

(Aus dem I. Zoologischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg)

Beiträge zur Biologie und Ökologie sessiler Rotatorien unter besonderer Berücksichtigung des Gehäuse- baues und der Regenerationsfähigkeit

Biological and ecological studies of sessile Rotatoria with special
consideration of tube-construction and regeneration

Von LUDWIG TIEFENBACHER

Mit 23 Abbildungen und 13 Tabellen im Text

Abstract

In ponds in the north and the south of Bavaria 17 species of sessile, tube-building Rotatoria were identified. Plants with finely divided leaves are the preferred substrate. The pH-value and the bicarbonate do not limit the range of any species. Mixed colonies were found. For 3 species taxonomic remarks are given. Studies of the tube-construction show interesting details about the correlation of detritus and tube-shape, especially for *Floscularia ringens*. A possibility of breeding *Limnias ceratophylli* and *Floscularia ringens* independent of ponds is demonstrated. Experiments on regeneration of *Stephanoceros fimbriatus* and *Floscularia ringens* were successful.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	32
I. Methode	32
1. Probenentnahme und Bearbeitung des Materials	32
2. Zucht der Futteralgen	34
3. Fixierung und Färbung	34
4. Feststellung physikalischer und chemischer Faktoren an den Wohn- gewässern der Rotatorien	34
5. Sammelzeiten	35
6. Abkürzungen der Gewässernamen	35
7. Abkürzungen der Substratpflanzennamen	35
II. Die untersuchten Gewässer	37
1. Die Gewässer in Ober- und Mittelfranken	37
2. Die Gewässer in Oberbayern	37
B. Ergebnisse	37
I. Ökologie und Biologie	37
1. Aus der Familie der Flosculariidae	37

1971

2. Aus der Familie der Conochilidae	46
3. Aus der Familie der Collothecidae	47
II. Koloniebildung	51
1. Innerartliche Koloniebildung	51
2. Zwischenartliche Koloniebildung	52
III. <i>Floscularia ringens</i>	53
IV. Untersuchungen über die Regenerationsfähigkeit sessiler Rotatorien	66
1. Untersuchungen an <i>Stephanoceros fimbriatus</i>	66
2. Untersuchungen an <i>Floscularia ringens</i>	68
C. Zusammenfassung und Summary	75
D. Literatur	76

A. Einleitung

Die zahlreichen, künstlich angelegten und natürlichen Gewässer des fränkischen Weihergebietes westlich Erlangen enthalten eine Vielzahl von Rotatorienarten, insbesondere auch sessile Formen, die andernorts (z. B. Oberbayern) offensichtlich relativ schwach vertreten sind. SCHULTE untersuchte hier schon früher (1953) die Erdrotatorien, JAKOB (1962) die Rotatorien des Planktons. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war:

1. Artzugehörigkeit, Verbreitung und Ökologie sessiler Rotatorien festzustellen,
2. unsere bisherigen Kenntnisse der Biologie, insbesondere des Gehäusebaus zu erweitern,
3. die Regenerationsfähigkeit zu untersuchen.

Die sessilen Rotatorien sind seit dem Jahre 1953 für die Umgebung Erlangens keine unbekannten mehr. Um das Jahr 1953 fand TRETZEL (mündl. Mitteilung) erstmals *Floscularia ringens* im Gebiet und später auch *Limnias melicerta*.

Unter dem Begriff „sessile, gehäusebauende Rotatorien“ werden in der vorliegenden Arbeit Arten verstanden, die nach einem kurzen Jugendstadium, in dem sie frei im Wasser schwimmen, sich auf einem festen Substrat niederlassen, sich dort dauernd anheften und ein Gehäuse errichten bzw. eine freischwimmende Kolonie aus eng zusammengeschlossenen Gehäusen bilden. In der Klasse der Rotatoria finden sich solche Arten nur in der Ordnung der Monogonota und hier nur in der Unterordnung der Flosculariacea und in der Unterordnung der Collothecacea. Die Tiere gehören mit wenigen Ausnahmen ökologisch dem Periphyton der Pflanzen der Litoralzone an.

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen danke ich Herrn Professor Dr. H.-J. STAMMER, meinem verehrten Lehrer. Herrn Professor Dr. E. TRETZEL danke ich für seine freundliche erste Einführung in dieses Arbeitsgebiet, für viele hilfreiche Ratschläge und sein immer wohlwollendes Interesse an dieser Arbeit, sowie die bereitwillige Übernahme meiner Arbeit nach dem Tode von Herrn Professor Dr. H.-J. STAMMER.



1. Probeentnahme und Bearbeitung des Materials

Zur Entnahme der Proben habe ich mit Hilfe eines an einer 10 m langen Leine befestigten Fangrechs aus Aluminiumdraht (Abb. 1) Pflanzen aus dem Wasser geholt und in Weithalsflaschen (Inhalt 1 l) gegeben. Jede Flasche wurde zu $\frac{3}{4}$ mit Biotopwasser und zu $\frac{1}{4}$ mit Pflanzen gefüllt. Nach Rückkehr ins Labor wurden die Flaschen sofort in nummerierte Glasaquarien mit ca. 3 l Inhalt umgefüllt. Soweit eine Durchsicht der Proben nicht sofort erfolgte, habe ich die Aquarien an einen kühlen, schattigen Platz gestellt und belüftet. Es ist wichtig, daß nur

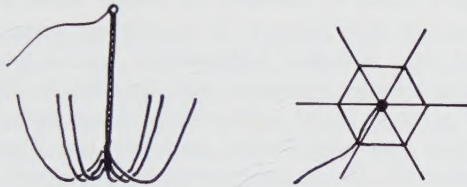


Abb. 1. Fangrechen aus zusammengedrehtem Aluminiumdraht.

langsam Luft einperlt. Zu starke Turbulenz und das Aufwirbeln von Schlammpartikeln ist nach meiner Erfahrung sehr ungünstig und bringt sessile Rädertiere rasch zum Absterben. Das Wasser in den Aquarien sollte niemals trüb erscheinen. — Meist wurde das Durchmusterndes Pflanzenmaterials am gleichen Tage begonnen, zog sich jedoch oft über mehrere Tage hin. Sorgfältigst habe ich dabei Blatt für Blatt der eingebrachten Pflanzen unter einem Binokular nach Rotatorien abgesucht, da eine schnelle Anreicherung des Materials bei sessilen Rotatorien ausgeschlossen ist. Die jeweils gefundenen Tiere habe ich mit den Blattstückchen abgelöst, nach der Art bestimmt und nach Arten getrennt in neuerlich nummerierte Blockschälchen, die vorher mit gefiltertem Wasser aus ihrem Biotop gefüllt worden waren, gesetzt und so für die weitere Bearbeitung an einem kühlen Ort ohne zu starke Beleuchtung bereitgestellt. (Das durch einen im Labor gebräuchlichen Papierfilter gelaufene Biotopwasser enthält immer noch genügend organische Partikel, so daß die Tiere weder verhungern müssen, noch an Baustoffmangel leiden, soweit sie Detritus zum Bau ihrer Wohnröhren brauchen.)

Da aus dem Freiland eingeholtes Wasser, auch wenn es gefiltert und kühl gestellt wird, nur begrenzt haltbar ist, weil Bakterien und Pilze schließlich das Wasser trüben und das Milieu dann für Rotatorien nicht mehr geeignet ist, habe ich immer wieder versucht, ein vom Freiland unabhängiges Kulturmedium zu finden. Am geeignetsten erwies sich eine Erdabkochung, die ich in ähnlicher Weise herstellte, wie sie BUCHNER (1941 a) verwendete. In diesem Milieu ließen sich *Floscularia ringens* und *Limnias ceratophylli* gut halten. Die Herstellung der Erdabkochung ging wie folgt vor sich:

Getrocknete, ungedüngte und gesiebte Gartenerde (1 kg) wurde zusammen mit ca. 1,5 l Aqua dest. unter ständigem Rühren gekocht. Nach 20 min ließ ich den gesamten Brei langsam abkühlen und filtrierte dann mehrmals ab. Das Filtrat wurde sodann bis auf 1000 ml eingekocht. Wenn man diese Stammlösung im Verhältnis 1 : 20 mit Aqua dest. verdünnt, erhält man das fertige Kulturmedium.

2. Zucht der Futteralgen

Für die Zucht der Futteralgen für *Floscularia ringens* wurde die von RUPPEL (1962) für *Chlorella pyrenoidosa* angegebene Nährlösung verwendet. Diese Nährlösung eignet sich nicht nur ausgezeichnet für die Zucht von *Chlorella pyrenoidosa*, sondern gleich gut für die Volvocalen *Chlorella vulgaris* und *Eudorina* spec., sowie die Chlorococcalen *Chlamydomonas* spec. und *Scenedesmus* spec. Die genannten Arten wurden aus dem Botanischen Institut der Universität München bezogen. Bei Raumtemperatur wurden die Algen in 300 bis 500 ml fassenden Standzylindern gehalten, in die Luft fein perlend eingeleitet wurde, um das notwendige CO₂ zuzufügen. Bei *Chlamydomonas* und *Eudorina* durfte die Luft nur sehr langsam zugeführt werden. Im Sommer genügte die Tagesbeleuchtung, um ein Blühen der Kulturen zu erreichen. Im Winter wurde zusätzlich eine Beleuchtung durch eine 40-Watt-Röhre in 20 cm Abstand verwendet. — *Euglena gracilis* wurde nach einer einfachen Zuchtmethode, wie sie am Zoologischen Institut der Universität München verwendet wird, gehalten. In 250 ml Bechergläser (weite Form) wird je ein ca. 3 cm³ großes Stück Edamer Käse (30 % Fettgehalt) zugegeben, etwa 4 cm Quarzsand darüber geschichtet und Wasser bis etwa 3 cm unter den Rand aufgefüllt. Die so vorbereiteten Gläser werden auf dem Wasserbad langsam bis nahezu zum Sieden erhitzt. Nach dem Abkühlen wird *Euglena* übergeimpft. Unter Dauerbeleuchtung einer 40-Watt-Neonröhre aus etwa 25 cm Entfernung von oben zeigt sich nach ca. 14 Tagen eine starke Blüte.

3. Fixierung und Färbung

Die in der Literatur angegebenen Methoden zur Narkotisierung und Fixierung brachten leider keinen Erfolg. Schließlich fand ich bei RUTHMANN (1966) eine Methode der Fixierung und Färbung, die in Abwandlung erste Ergebnisse brachte.

Vor der Fixierung werden die Floscularien aus ihren Gehäusen getrieben und dann das Kulturmedium weitgehend aus den Schälchen abgesaugt, so daß die Tiere sich eben noch frei bewegen können. Die Fixierungslösung (Alkohol — Eisessig 3:1) wird dann sehr schnell zugegeben. Eine Stunde Einwirkungszeit genügt. Die Tiere werden auf einen Objektträger gebracht, unter Kontrolle leicht mit dem Deckglas gequetscht und auf CO₂-Schnee eingefroren (10 min). Danach wird das Deckglas abgesprengt und das Objekt in 100%igen Alkohol getaucht. Über die Alkoholstufen 96 %, 70 %, 50 %, 30 % werden die Tiere in Aqua dest. übergeführt, dann 5 min in 1n HCl, dann 10 bis 15 min in 1n HCl bei 60° C getaucht. Die anschließende Färbung in Chromalaun-Hämatoxylin, ebenfalls bei 60° C, braucht 20 bis 30 min. Differenziert wird in 45%iger Essigsäure bei häufiger Kontrolle 40 bis 60 min lang. Dann wird über Xylol-Alkohol und Xylol in Dammar-Harz eingebettet.

4. Feststellung physikalischer und chemischer Faktoren an den Wohngewässern der Rotatorien

Die Temperatur wurde mit einem geeichten Quecksilberthermometer (Teilungsabstand 1° C) jeweils an der Stelle und in der Tiefe gemessen, aus der das Material genommen wurde. Die Messungen wurden nur im Winter vorgenommen und nur dann notiert, wenn die Proben sessile Rotatorien enthielten.

Die Bestimmung des pH-Wertes wurde jeweils sofort nach Rückkehr ins Labor vorgenommen. Einige Messungen wurden anfangs auch an den Gewässern

direkt gemacht. Es zeigte sich jedoch gegenüber den nachfolgenden Messungen im Labor kein wesentlicher Unterschied. Die Bestimmung wurde nach dem kolorimetrischen Verfahren nach CZENSKY durchgeführt. Diese Methode ist für Untersuchungen dieser Art völlig ausreichend, auch wenn wir den Schätzfehler mit ungefähr 0,2 pH-Wert-Einheiten annehmen müssen. Das Säurebindungsvermögen (SBV) bzw. die Alkalinität wurde nach LUNGE bestimmt. Der Wert für das SBV multipliziert mit dem Faktor 6,1 ergibt den Bicarbonatgehalt in mg für die verwendeten 100 ml. Der erhaltene Wert mit 10 multipliziert ergibt den Bicarbonatgehalt in mg pro Liter. Diese Berechnung wurde gewählt, um die für die vorliegende Arbeit gefundenen Werte mit denen von EDMONDSON (1944) vergleichen zu können.

5. Sammelzeiten

Die Probenentnahme erfolgte von Oktober 1960 bis Dezember 1962 (mit Ausnahme der Monate August und Dezember) im Erlanger Gebiet ganzjährig. Die Häufigkeit der Probenentnahme richtete sich nach der Ergiebigkeit des Materials und der Dauer der Bearbeitungszeit. In der angegebenen Zeit wurden 138 erfolgreiche Proben eingebracht. Etwa ebensoviele waren ohne Befund. Ab November 1963 wurden, nun aber in größeren Zeitabständen, erneut Proben aus dem Erlanger Gebiet eingeholt. Bis Mai 1966 wurden so nochmals 72 erfolgreiche Proben eingebracht. Nach dieser Zeit stammen aus dem Erlanger Gebiet nur noch 23 erfolgreiche Proben. 40 erfolgreiche Proben wurden aus dem Gebiet südlich München in der Zeit von September 1966 bis Oktober 1969 eingebracht.

(Die methodischen Erwägungen zu Kap. IV siehe dort.)

6. Abkürzungen der Gewässernamen

Fr. = Franken, Obb. = Oberbayern

Ab	Alt-Erlangen B (Fr.)	Kw	Kastenweiher West (Fr.)
An	Ascholding N (Obb.)	Ms	Maisinger See (Obb.)
Dam	die beiden nördlichen Damm- Weiher (Fr.)	Mw	Teich bei Mohrhof (Fr.)
Dg	Drittelweiher (großer) (Fr.)	Oa	Oberndorf A (Fr.)
Dn	Dechsendorf N (Fr.)	Rg	Großer Rothweiher (Fr.)
Gw	Gleißentalweiher (Obb.)	Rkl	Kleiner Rothweiher (Fr.)
Klh	Hinterer Klebheimer See (Fr.)	Rn	Großer Rothweiher N (Fr.)
Klm	Mittlerer Klebheimer See (Fr.)	Rs	Großer Rothweiher S (Fr.)
Klv	Vorderer Klebheimer See (Fr.)	Ta	Thanninger Weiher A (Obb.)
Ko	Kastenweiher Ost (Fr.)	Td	Tennenloher Dorfweiher (Fr.)
Ks	Teich beim Kloster Schäftlarn (Obb.)	Wr	Teich bei Röttenbach (Fr.)

7. Abkürzungen der Substratpflanzennamen

<i>C. d.</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>R. fl.</i>	<i>Riccia fluitans</i>
<i>E. c.</i>	<i>Elodea canadensis</i>	<i>R.</i>	<i>Riccia spec.</i>
<i>L. m.</i>	<i>Lemna minor</i>	<i>Ra. aqu.</i>	<i>Ranunculus aquatilis</i>
<i>M. sp.</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Ra. fl.</i>	<i>Ranunculus fluitans</i>
<i>M. vert.</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Sph.</i>	<i>Sphagnum</i>
<i>M.</i>	<i>Myriophyllum spec.</i>	<i>U. n.</i>	<i>Utricularia neglecta</i>
<i>P. n.</i>	<i>Potamogeton natans</i>	<i>U.</i>	<i>Utricularia spec.</i>

II. Die untersuchten Gewässer

Die ökologischen Untersuchungen wurden zum größten Teil im Raum Oberfranken und Mittelfranken, also im fränkischen Stufenland durchgeführt. Das Teichgebiet westlich von Erlangen bietet sich für solche Vorhaben geradezu an. Der Untergrund besteht aus Keuper, an den sich östlich der Regnitz, die das Gebiet entwässert, der Jura der Fränkischen Alb anschließt. Zu beiden Seiten der Regnitzniederung finden wir diluviale Sande aufgeschüttet, die Terrassen bilden und zwischen denen alluviale Sande liegen. In der Regnitzniederung befinden sich die Altwässer Oberndorf A und Alt-Erlangen B, die bei im Frühjahr immer wieder auftretenden Überschwemmungen noch mit dem Fluß in Verbindung treten. Westlich der westlichen Sandterrasse schließt sich das umfangreiche Teichgebiet an, das seit dem 14. Jahrhundert zur Fischzucht genutzt wird. In den Keuper eingelagerte Lettenbänder von geringer Mächtigkeit dienen als Wasserstauer. Sie ermöglichen erst die Anlage von Teichen. — Die Dammweiher, die Rothweiher und der Dechsendorf N-Teich sind von Wald umgeben und sehr verwildert. — Soweit die Gewässer noch der Fischzucht dienen, werden sie jährlich mit Kalk gedüngt.

Bei den in Oberbayern untersuchten Gewässern handelt es sich um verlandende Moorseen (Maisinger See, Gleißentalweiher), einen Waldweiher für Forellenzucht (Teich beim Kloster Schäftlarn) und zwei an kleineren Bächen aufgestaute Weiher zur Fischzucht (Thanninger Weiher A, Ascholding N). Alle Gewässer liegen südlich von München im voralpinen Moränengürtel.

B. Ergebnisse

I. Ökologie und Biologie

(Systematik nach VOIGT 1957)

In den untersuchten Gewässern fanden sich 17 sessile, gehäusebauende Rotatorienarten, die im folgenden besprochen werden sollen.

1. Aus der Familie der Flosculariidae

1. *Limnias ceratophylli* (SCHRANK 1803)

Die zweilobige Krone von *Limn. cerat.* ist nur wenig breiter als das Gehäuse. Die sonst für die *Limnias*-Arten so charakteristischen Hörnchen unter der Krone (VOIGT 1957) fehlen hier. Das Gehäuse ist meist mit Detrituspartikeln besetzt und erscheint hellbraun bis honiggelb, kann aber auch fast weiß und durchscheinend sein. In letzterem Falle besteht die Röhre fast ausschließlich aus Kittsubstanz, der außen kein Detritus aufgeklebt ist. Die Röhre zeigt eine mehr oder weniger starke Querstreifung. Diese Querstreifung ist besonders bei Detritusmangel gut zu erkennen

(Abb. 2). Ich konnte jedoch keine rhythmische, von längeren Pausen unterbrochene Abgabe der Kittsubstanz feststellen, wie sie etwa bei *Limn. mel.* auftritt. Weiße Gehäuse wurden in einem Fang vom 25. 6. 1961 aus Td und im Juli 1969 aus Ta gefunden.

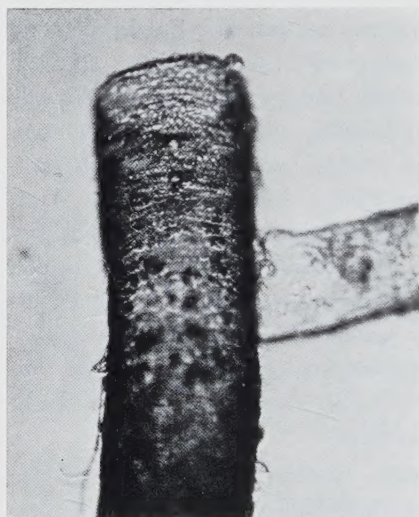


Abb. 2. Querstreifung am Gehäuse von *Limnias ceratophylli*.

Der untere Teil der Röhre ist immer glasig durchsichtig und besteht ganz aus Kittsubstanz, und zwar nicht nur bei jungen Tieren, wie REMANE (1929) angibt. Dieser erste „Wohnbecher“ ist das sicherste Artmerkmal (Höhe 60—100 μ m). Er wird sofort nach dem Festsetzen des Jungtieres ausgebildet. Der Durchmesser dieser ersten Röhre ist oben und unten etwa gleich, in der Mitte etwas kleiner, da die Wände hier etwas nach innen gewölbt sind. Die Basis umgibt ein flacher Kittwall, der mit ihr fest verschmolzen ist. So wird mit breiter Unterlage ein gutes Haften am Substrat erreicht. Erst beim Ablösen von Gehäuse von der Unterlage ist der Kittwall deutlich zu erkennen. Der Fuß des Tieres ist durch das „Fenster“ der ersten Baustufe sichtbar. Dabei sehen wir, daß beim Zurückziehen des Tieres in die Röhre der Fuß nicht nur durch Kontraktion (Querfältelung) verkürzt wird, sondern sich zusätzlich, besonders im unteren Teil der Röhre, S-förmig legt (Abb. 3).

Koloniebildung (vgl. S. 51) kommt bei entsprechend dichter Besiedlung nicht selten vor. Die Angaben von VOIGT (1957): „einzeln lebend“, als charakterisierend für diese Art sowie die Angabe von RUDESCU (1960): „Indivicii traiesc singuli...“ kann ich nicht bestätigen. Die Angaben: „die Variation *socialis* Leidy (1874) bildet baumförmige Kolonien“ (VOIGT 1957) muß man wohl fallen lassen. Es besteht kein Grund für eine Aufteilung dieser Art. LÖFFLAT (1960), der *Limn. cerat.* auf *Elodea* fand, schreibt: „Aus

einem Rädertier wird dann im Laufe von mehreren Wochen eine grotesk verzweigte Kolonie“. Ich selbst habe solche Kolonien mehrfach im Freiland gefunden und habe sie ebenfalls im Labor erhalten bei Zuchtversuchen, die ich in der gleichen Weise durchführte, wie sie unten für *Flosc. ring.* beschrieben sind.



Abb. 3. *Limnias ceratophylli*, „Fenster“, Kontraktion des Fußes, Wall an der Basis.

Ich fand diese Art nicht sehr häufig in Franken. *Limn. cerat.* trat in Td, Oa, Ab und Ko auf. In Oberbayern fand ich sie in Ta, Gw und An. Die Tiere wählten als Substratpflanzen Algen, *E. c.*, *C. d.*, *M. vert.*, *Ra. aqu.* und *U. n.* Ende Juni 1961 trat *Limn. cerat.* in sehr großer Anzahl auf Algen im Td auf und ebenso auf *M. vert.* im Gw Anfang Juli 1969. Große von mir vermessene Tiere hatten folgende Maße (Angaben in μm):

Gesamtgröße:	1514	1040	1410
Größe des Gehäuses:	1285	948	1260
Breite des Gehäuses oben:	107	107	115
Breite des Gehäuses unten:	46	46	65

Diese Maße von Tieren aus Ab und An liegen alle erheblich über den Angaben von VOIGT (1957) und RUDESCU (1960). Die obere Grenze für die Größe von *Limn. cerat.* scheint mir bei ca. 1600 μm zu liegen.

Der von *Limn. cerat.* ertragene Härtebereich war 115,9—366,0, der pH-Bereich 7,2—8,5. Die obere Grenze des ertragenen Härtebereiches lag somit um 100,6 Einheiten höher als bei EDMONDSON (1944) („7,3—265,4“).

2. *Limnias melicerta* (WEISSE 1848)

In einem der Jahre nach 1953 wurde von TRETZEL (mündliche Mitteilung) im fränkischen Untersuchungsgebiet diese Art gefunden. Seit 1960 habe ich bei allen untersuchten Fängen besonders auf diese Art geachtet,

konnte sie jedoch dann im Dg auf *R. fl.* in größerer Anzahl und auf *U.* auf, konnte sie jedoch bis Juni 1965 nicht wieder finden. Im Juli 1965 bis Oktober 1965 trat sie dann im Dg auf *R. fl.* in größerer Anzahl und auf *U.* auf, ferner im Mw auf *U.* (wenige Individuen) und im Ko auf *E. c.* Die erste Probe aus dem Dg verdanke ich Herrn Dr. Bauchhenß. *Limn. mel.* gehört zu den reizvollsten Tieren der gesamten Gruppe, ist aber offensichtlich nur selten zu finden (vgl. WRIGHT 1954).

Das geringelte Gehäuse kennzeichnet sofort das Tier. Die mittellangen Taster und die 7 Hörnchen unter der Krone in ihrer kennzeichnenden Zahl und Anordnung (2, 3, 2.), die bei Durchlicht schlecht zu erkennen sind, jedoch bei Auflicht deutlich milchig weiß hervortreten, sind weitere Merkmale. Den höchst interessanten Gehäusebau hat WRIGHT (1954) in seiner hervorragenden Arbeit mit minutiöser Genauigkeit und offensichtlicher Begeisterung beschrieben. Wie er, konnte auch ich feststellen, daß ein Sekret-ring des Gehäuses auf einmal abgeschieden wird. — Die Ringe eines Gehäuses waren zuerst gezählt worden. Nach mehreren Beobachtungen im Abstand von mehreren Stunden fand ich auf einmal einen weiteren Ring. Den genauen Vorgang des Absetzens eines Ringes habe ich jedoch nicht beobachten können.

Drei vermessene Gehäuse hatten eine Länge von 843 μm , 1240 μm und 1290 μm . Die beiden letzten Maße sind nicht außergewöhnlich. Man muß die oberste Grenze der Länge eines Gehäuses dieser Art wohl höher ansetzen, als dies COLLIN (1912), WRIGHT (1954), VOIGT (1957) und RUDESCU (1960) mit der Maßangabe 1000 μm taten. Der von *Limn. mel.* ertragene pH-Wert-Bereich war 6,2—7,5. Für die tolerierte Härte liegt nur ein Meßwert mit 115,9 vor.

3. *Floscularia melicerta* (EHRENBERG 1832)

Diese Art fand ich nur in einer Probe im September 1965 in Mw. Auf *U. n.* saßen mehr als 10 Tiere. Die Gallertgehäuse, die große, vierlap-pige Krone und die langen Ventraltaster waren eindeutige Kennzeichen. Das Wasser hatte einen pH-Wert von 7,5.

4. *Floscularia janus* (HUDSON 1881)

Dieses Rotator fällt durch die Art seines Gehäusebaus aus der Gattung *Floscularia* heraus. Die sehr großen, eiförmigen Pillen (Länge 60—70 μm , Breite 35—45 μm , vgl. dazu die Pillen von *Flosc. ring.* $\varnothing$ 8—25 μm) werden nicht in einem Pillenorgan gebildet, sondern im Intestinum. Ist die Pille fertig, so wird sie aus der Analöffnung herausgestoßen und unterhalb der auch hier vorhandenen Oberlippe, die ähnlich wie bei *Flosc. ring.* ausgebildet ist, festgeklebt und sodann in ähnlicher Weise wie bei *Flosc. ring.* auf die Röhre oben aufgedrückt. Dabei wird die Pille so niedergelegt, daß

die Längsachse radial zu liegen kommt. Das Gehäuse sieht nicht so sauber und regelmäßig aus wie bei *Flosc. ring.* Die Pillen erscheinen mehr galletig. Der Gehäusebau und die zweispitzige Oberlippe mit den darunter stehenden Häkchen gestatten ein sofortiges und eindeutiges Ansprechen (vgl. REMANE 1929). Die Tiere fand ich nur in geringer Zahl in Wr auf *Ra. fl.* Der pH-Wert betrug 6,7.

5. *Floscularia ringens* (LINNE 1758)
(s. eigenes Kapitel S. 53)

6. *Floscularia conifera* (HUDSON 1886)

Flosc. con. sieht *Flosc. ring.* auf den ersten Blick sehr ähnlich. Das aus Pillen geformte Gehäuse und die Krone verführen dazu. Die Angaben von VOIGT (1957), der sich auf frühere Autoren stützt, sind recht ungenau für die Bestimmung.

Die etwas länglichen, kaum zugespitzten Pillen, die im Pillenorgan gedreht werden, sind in ganz merkwürdiger Weise miteinander durch Sekret verbacken. Die Aufnahme der Röhre zeigt dies deutlich (Abb. 4). Beim Betrachten muß man sich etwas bemühen, da das Bild als Vexierbild wirkt, genauso wie unter dem Mikroskop. Die beiden Zeichnungen zeigen, wie



Abb. 4. Ausschnitt vom Gehäuse von *Floscularia conifera*.



Abb. 5. Scheinbare Struktur des Gehäuses von *Floscularia conifera* im Querschnitt.



Abb. 6. Wahre Struktur des Gehäuses von *Floscularia conifera* im Querschnitt.

der Aufbau der Röhre erscheint und wie er ist (Abb. 5, 6). Auffallend ist ferner, daß an „Fehlerstellen“ des Gehäuses die Fehler ganz anders aussehen als bei *Flosc. ring.* Die Pillen werden hier merkwürdig deformiert (Abb. 4, Mitte). Sie sind offensichtlich wesentlich plastischer als bei *Flosc. ring.* Die Farbe der Wohnröhre variiert vom hellen Honiggelb bis zum dunklen Braun. Bei hellen Gehäusen ist in die Pillen kaum Detritus ein-

gearbeitet, so daß sie durchscheinend werden. Die Krone ist etwa genauso breit wie bei *Flosc. ring.* Die Ventraltaster entsprechen auch ungefähr der Länge bei *Flosc. ring.* Bei einem insgesamt 1930 μm großen Tier waren sie z. B. 60 μm lang. Die von allen mir bekannten Autoren als spitz bezeichnete und auch immer so dargestellte Oberlippe des Pillenorgans sieht, wie die Aufnahme zeigt, ganz anders aus (Abb. 7). Sie ist im Verhältnis zur Oberlippe bei *Flosc. ring.* zwar um ein geringes länger und auch wohl

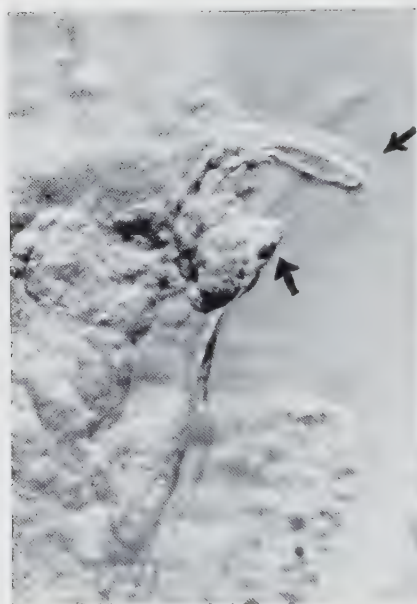


Abb. 7.

Pillenorgan von *Floscularia conifera*.

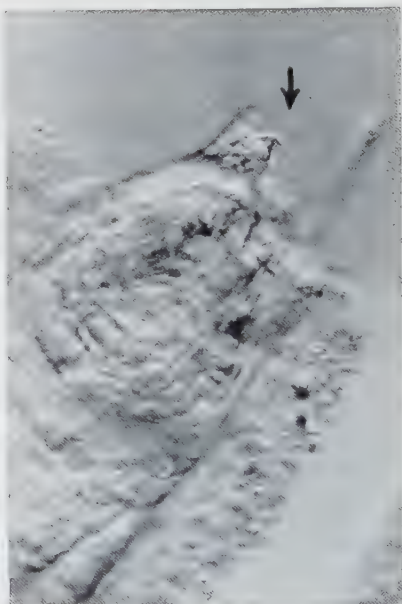


Abb. 8.

Hörnchen bei *Floscularia conifera*.

schmäler, aber sicher nicht spitz. Auffallend ist dagegen die eckige Form der Unterlippe, die bei *Flosc. ring* wulstig rund ist (vgl. Abb. 13). Das eindeutige Merkmal sind aber die beiden Hörnchen. Es erscheint mir unbegreiflich, daß dieses Kennzeichen niemanden bisher aufgefallen ist. Die Hörnchen lassen sich in ihrer Form sehr gut beim langsam aus der Röhre fahrenden Tiere erkennen. Bei *Flosc. ring.* haben sie die Form einer „Bärenkrallen“ (Abb. 14, 16), wogegen sie bei *Flosc. con.* nicht so geschwungen, sondern im oberen schmälere Teil deutlich abgeknickt sind (Abb. 8). Nach EDMONDSON (1944) zeigt *Flosc. con.* eine große Bereitschaft zur Koloniebildung. Ich selbst habe nur selten Kolonien gefunden, diese Art aber in größerer Anzahl auch nie gesehen. An zwei nicht auffallend großen Tieren habe ich folgende Maße genommen (Angaben in μm):

Gesamtlänge:	1930	—
Länge des Gehäuses:	1722	1685
Breite des Gehäuses oben:	194	183
Breite des Gehäuses unten:	182	144
Breite der Krone:	255	—

EDMONDSON (1945) fand bei einem Versuch zur Bestimmung der natürlichen Wachstumsrate von *Flosc. con.* ein Tier mit 3550 μm Länge. Dies ist sicher außergewöhnlich, doch dürften wohl häufiger Tiere mit Längen über 2000 μm auftreten (Angabe VOIGT 1957 und RUDESCU 1960).

Ich fand die Tiere im Dn, Klh, Rs und Wr auf *U.* und einmal (3 Tiere) auf einem modernden Blatt. Der tolerierte pH-Wert-Bereich war 4,9—6,9, der Härtebereich 18,3—183,0.

7. *Sinantherina socialis* (LINNE 1758)

Diese Art, die auch freischwimmend auftritt, fand ich einzelne Male auf *M. vert.* und *U.* Die Kolonien bestanden alle aus über 20 Individuen. Die nierenförmige Krone sowie die 4 Halswärzchen, die VOIGT (1957) angibt, erlauben ein schnelles Ansprechen. Die Tiere schauen weit aus ihrem gemeinsamen Gehäuse heraus. Dunkle Halswärzchen, wie sie VOIGT (1957) angibt, konnte ich nie feststellen. Bei den von mir gefundenen Tieren waren sie immer milchig weiß mit grünlichem Schimmer. Aufgrund der Größe der Tiere wie der Kolonien glaube ich jedoch nicht, daß ich nur Jungtiere fand. Die Tiere traten im Oa und Dg vereinzelt auf. Der ertragene pH-Wert-Bereich war 6,2—8,5, der Härtebereich 134,2—189,1.

8. *Beauchampia crucigera* (DUTROCHET 1812)

Beauch. cruc. fällt sofort durch sein langgestrecktes Gehäuse auf, aus dem das Tier herausschaut, meist, besonders bei großen und älteren Tieren, jedoch ohne die schwach zweilappige Krone mit der deutlichen Dorsallücke zu zeigen. Allein der lange Dorsaltaster ist ausgestreckt. Die sich langsam wiegenden Tiere heben sich von Zeit zu Zeit weit heraus und beugen sich tief über den Rand der Wohnröhre.

Die schwach konische Wohnröhre ist oft etwas gebogen. Meist ist sie gut mit Detritus besetzt, doch fand ich (in Oa und Ab) auch weiße Gehäuse, die offensichtlich nur aus Kittsubstanz bestanden. RUTNER-KOLISKO (1954) erwähnt die von HUDSON aufgestellte Art *Cephalosiphon candidus*, die wohl auch REMANE (1929, S. 160) meint. Ihre Vermutung, daß diese farblosen Gehäuse auf gelegentliches Fehlen von Detritus zurückzuführen sind, kann ich als Tatsache bestätigen, besonders im Hinblick auf entsprechende Beobachtungen an *Limn. cerat.* und *Flosc. ring.* sowohl im Freiland als auch bei Laborzuchten. Die Aufstellung der Art, die heute *Beauchampia candida* heißen müßte, ist, da nur das erwähnte Merkmal den Unterschied dar-

stellt, nicht gerechtfertigt. Auch sie als Varietät wie HLAVA (1908) zu betrachten, ist nicht vertretbar.

Der Dorsaltaster ist auffallend lang, hat eine auffallend derbe Wand, die manchmal etwas geringelt erscheint, und an der Spitze eine trichterförmige Eindellung, an deren Grund kurze Borsten entspringen. Nach RUTTNER-KOLISKO (1954) ist der Taster $60\text{ }\mu\text{m}$ lang. Ich konnte bei einem Tier $104\text{ }\mu\text{m}$ messen. — Die beiden rötlichen Augenflecke an der Basis des Tasters konnte ich mehrfach bei jüngeren Tieren feststellen. — Über der Basis des Tasters sah ich einige Male bei verschiedenen Tieren kleine warzenartige Erhebungen. GOSSE (nach RUTTNER-KOLISKO 1954) schreibt von „Frontalhöckern“, die an der Basis der Antenne lägen. Meine Würzchen dürften jenen entsprechen. RUTTNER-KOLISKO konnte sie nicht feststellen.

Die Tiere fand ich in Oa und Ab seit Oktober 1962 mehrfach und seit Mitte Juni 1965 in An und Dn. Die Gesamtgröße einiger vermessener Tiere lag zwischen $423\text{ }\mu\text{m}$ und $687\text{ }\mu\text{m}$. Sie traten an *C. d.*, *M. sp.*, *M. vert.* und *U. n.* auf. In An bildeten sie zusammen mit *Limn. cerat.* und *Flosc. ring.* gemischte Kolonien (s. auch S. 52). Der von mir festgestellte pH-Wert-Bereich war 5,0—8,5. Die Ober- wie die Untergrenze liegen also außerhalb der von EDMONDSON (1944) angegebenen Werte („5,8—7,6“). Damit erweiterte sich der tolerierte pH-Wert-Bereich auf insgesamt 3,5 pH-Wert-Einheiten gegenüber den 1,8 pH-Wert-Einheiten, die EDMONDSON angibt. Für den tolerierten Härtebereich fand EDMONDSON 1,8—59,2. Meine Werte sind 18,3—366,0. *Beauch. cruc.* gehört damit zu den sessilen Arten, die den weitesten Härtebereich tolerieren. Die Annahme von EDMONDSON (1944), daß *Beauch. cruc.* auf einen engen pH-Wert-Bereich um den Neutralwert bzw. auf einen niederen Härtebereich begrenzt sei, muß ich folglich korrigieren.

9. *Ptygura pilula* (CUBITT 1872)

Diese Art fand ich nur vereinzelt im Dg, Kw, Rkl, Rn. Häufiger trat sie nur im Dn auf. Das etwas unregelmäßige, aus Kotpillen aufgebaute Gehäuse erinnert zuerst an *Flosc. jan.*, ist aber doch kleiner. WRIGHT (1963) hat die Bautätigkeit dieses Tieres sehr genau beschrieben. Nach VOIGT (1957) sind die Kotpillen rotgelb oder rotbraun. Ich fand nur selten gefärbte Pillen. Meist waren sie farblos, etwas trüb und gallertig. So konnte man die Tiere, besonders im unteren Teil der Gehäuse, meist deutlich erkennen. Als Substratpflanzen wählten sie *E. c.*, *R. fl.*, *Sph.* und *U. n.* Als Substrat scheinen sie besonders *Sph.* und an diesem besonders die grünen Teile zu bevorzugen. Hier sitzen sie sehr häufig auf der Innenseite der schiffchenförmigen Blätter. Der ertragene pH-Wert-Bereich war 5,0—7,5. Sie scheint schwach saure Gewässer zu bevorzugen (vgl. EDMONDSON 1944). Für den Härtebereich fand ich 18,3—115,9.

10. *Ptygura longicornis* (DAVIS 1867)

Ptyg. long. fand ich am Ab, Dn, Klh, Rkl, Rn, Wr auf Algenfäden, *M. vert.*, *Sph.* und *U. n.* Die umgekehrt birnenförmige Wohnröhre war bei allen von mir gefundenen Tieren hell und mit wenig Detritus besetzt, im Gegensatz zu den Angaben von VOIGT (1957). Die langen Taster sind peitschenartig zurückgebogen, die Krone ist kreisförmig ohne jede Einbuchtung. Eine Dorsallücke konnte ich nicht erkennen. Bei einem Fang vom 26. 10. 1960 aus Ab fand ich ohne feststellbare Ursache Tiere, deren Magendarm hellrosa gefärbt war. — Auf *Sph.* zeigten sie wie *Ptyg. pil.* eine Vorliebe für die Innenseite der schiffchenförmigen Blätter. Ein von mir vermessenes Tier hatte folgende Maße: Gesamtlänge 385 μm , Gehäuse 280 μm , Breite oben 97 μm , Breite unten 61 μm , Breite der Krone 85 μm . Die längste von mir vermessene Wohnröhre war 445 μm lang. Dieses Maß liegt über dem von VOIGT (1957) („über 360 μm “). Der ertragene pH-Wert-Bereich war 4,8—8,5, der Härtebereich 18,3—183,0.

11. *Ptygura brachiata* (HUDSON 1880)

Diese Art fand ich nur einmal in einer Probe vom 26. 6. 1961 aus dem Klh auf Algenfäden. Die Wohnröhre war sehr dunkel mit Detritus besetzt, nicht wie VOIGT (1957) angibt, hell oder glasig. Es besteht kein Zweifel, daß es sich hier um die genannte Art handelte, da die langen Taster (37 μm gemessen) und die beiden Häkchen unter der Krone (ca. 5 μm gemessen), die besonders gut zu sehen sind, wenn sich das Tier gerade ausstreckt, zur Bestimmung genügen. Länge einer Wohnröhre 240 μm , Breite 60 μm , Breite der Krone 47 μm . Die bei VOIGT (1957) erwähnten Verdickungen an der Basis der Taster konnte ich nicht feststellen. Der ertragene pH-Wert-Bereich betrug 6,2—6,6, der Härtebereich 54,9—67,1.

12. *Ptygura crystallina* (EHRENBERG 1834)

Ptyg. cryst. fand ich im Ab, An, Dam, Dn, Klh, Klv, Ko, Ks, Kw, Ms, Oa, Rg, Rn, Rs, Rkl, Ta und Td. Sie zeigte sich als eines der Tiere mit der breitesten Anpassungsfähigkeit neben *Flosc. ring.* und *Coll. orn. cor.* Sie trat im Td im Nov./Dez. 1960 ebenso massenhaft wie *Flosc. ring.* auf Algenwatten auf. Die im Vergleich wesentlich kleineren Tiere hatten sich im erwähnten Fang häufig auf dem Gehäuse von *Flosc. ring.* niedergelassen (bis zu 5 Individuen). Später fand ich sie noch öfters vergesellschaftet. Die Tiere hatten wohl einen Vorteil davon. Erstens scheint ihnen das Substrat angenehmer gewesen zu sein (vgl. die Angaben von EDMONDSON 1945 für *Flosc. con.*), zweitens hatten sie hier wahrscheinlich einen Vorteil hinsichtlich des Nahrungserwerbs. Die wesentlich größeren Tiere mit ihrem größeren Räderorgan erzeugen einen viel stärkeren Strudelstrom, der viel mehr Nahrungspartikel heranschafft. Davon fällt für *Ptyg. cryst.* auch et-

was ab. Man könnte hier vielleicht von einer Art Kommensalismus sprechen. (Vgl. S. 52).

Ptyg. cryst. scheint auf Substratpflanzen besonders Winkel zu bevorzugen. Bei einer Probe vom 25. 5. 1962 aus Oa, die nur *Ra. aqu.* enthielt, fiel mir folgendes auf: Auf den feinzerteilten Unterwasserblättern, die insgesamt einen erheblichen Besatz an *Ptyg. cryst.* zeigten, saßen die Tiere in der Mehrzahl in den Astgabeln der Fiederchen. Auf *M.* saßen sie außerdem noch gerne in den Blattachseln. Von 38 Tieren in der erwähnten Probe, die auf 8 beliebig gewählten Blättern verteilt waren, waren 28 an jenen Stellen. Die Tab. 1 gibt die Werte im einzelnen an. Die Zahlen in den Klammern geben die Zahl der Tiere an, die dieser Regel nicht folgten.

Tabelle 1.

1. 7(0)	2. 3(3)	3. 1(0)	4. 8(4)
5. 1(1)	6. 3(0)	7. 1(2)	8. 4(0)

Ungünstigen Bedingungen gegenüber war *Ptyg. cryst.* recht widerstandsfähig. In den Proben vom 8. 1. 1962 aus Oa und vom 16. 1. 1962 aus Ab fand ich unter geschlossener 25 cm dicker Eisdecke bei 2,5° C bzw. 18 cm starker Eisdecke bei 1,5° C in jeweils 1 m Tiefe trotz geringen Lichts und nicht optimaler Sauerstoffkonzentration Individuen aller Altersstufen zusammen mit *Flosc. ring.*, *Steph. fimb.* und *Coll. orn. cor.* Als Substratpflanzen dienten Algen, *C. d.*, *E. c.*, *M. vert.*, *M. sp.*, *Ra. aqu.*, *Ra. fl.*, *R. fl.*, *U. n.*

Die von VOIGT (1957) erwähnten Augenflecke sah ich sehr häufig. — Die Hüllen der Tiere waren meist gut durchsichtig und mit wenig Detritus besetzt. Der tolerierte pH-Wert-Bereich war 4,9—8,5, der ertragene Härtebereich 18,3—372,1. Der tolerierte pH-Wert-Bereich wird damit gegenüber den Meßwerten von EDMONDSON (1944) um 0,3 Einheiten zum alkalischen hin erweitert („4,6—8,2“), der tolerierte Härtebereich wird um 54,3 Einheiten erweitert (EDMONDSON: „1,8—317,8“), wobei man berücksichtigen muß, daß unter der großen Anzahl von Gewässern, die EDMONDSON untersucht hat, keines war, dessen Härte über 317,8 lag.

2. Aus der Familie der Conochilidae

13. *Conochilus hippocrepis* (SCHRANK 1830)

Diese nur mit Einschränkung zu den sessilen Rotatorien zu zählende Art fand ich nur wenige Male zwischen den eingeholten Pflanzen. *Con. hipp.* kommt nur in Form freischwimmender Kolonien vor. Einige Kolonien habe ich aus Oa gefangen, andere aus Dg. Die Augen der Tiere waren deutlich karminrot gefärbt. Eine aus einem Fang vom 10. 11. 65 aus Dg stammende Kolonie hatte einen Durchmesser von 1740 µm. Das Probenwasser hatte einen pH-Wert von 6,5.

3. Aus der Familie der Collothecidae

14. *Stephanoceros fimbriatus* (GOLDFUSS 1820)

Steph. fimb. (Abb. 9) wurde im Ab, Dn, Ms, Mw und Oa gefangen. Dieses einmalig schöne Tier gehört zu den größten Rotatorien (Häufig über $2000\text{ }\mu\text{m}$ lang). Bei einiger Übung lassen sich seine zarten Gallerthüllen schon mit bloßem Auge auf dem Substrat erkennen. Die 5 Tentakel erreichen beim ausgewachsenen Tier etwa ein Drittel der Gesamtlänge. Abb. 9 zeigt ein junges, völlig normales Tier (Gesamtlänge $442\text{ }\mu\text{m}$, Höhe der Krone $169\text{ }\mu\text{m}$, Breite der Krone $91\text{ }\mu\text{m}$, Länge des Rumpfes $125\text{ }\mu\text{m}$, Länge



Abb. 9. *Stephanoceros fimbriatus*.

des Fußes $153\text{ }\mu\text{m}$). Häufig finden sich verstümmelte und verkrüppelte Tiere. Einem Tier, das aus einer Probe aus Ab stammte, stand sein verkrüppelter Arm, der noch die normale Länge zeigte, im rechten Winkel seitlich ab. Eine erwartete Regeneration (vgl. S. 67) trat nicht mehr ein. *Steph.* ist ein fallenstellender Räuber und benötigt große Futtermengen. Im genannten Fall ging das schon geschwächte Tier am 2. Tag ein, da ein Schließen der Fangreuse und damit der Nahrungserwerb unmöglich war. Innerhalb der kurzen Zeit waren sogar Organe wie das Germo-Vittelarium und die Magendrüsen z. T. zurückgebildet worden. In den letzten Stunden vor dem Tod zeigte das Tier auch auf heftige Berührungsreize nur noch sehr langsame und geringe Fluchtreaktion. — Bei einem anderen Tier waren drei Arme verstümmelt. (Länge der Arme: $134\text{ }\mu\text{m}$, $149\text{ }\mu\text{m}$, $165\text{ }\mu\text{m}$, $224\text{ }\mu\text{m}$, $224\text{ }\mu\text{m}$). Einen Tag später waren die beiden größeren der verstümmelten Arme bereits regeneriert. Ein drittes Beispiel für Verstümmelung gibt ein Tier mit $974\text{ }\mu\text{m}$ Gesamtlänge (gemessen zum längsten Ten-

takel). Seine Arme hatten folgende Maße: 342 μm , 223 μm , 282 μm , 294 μm , 89 μm . Auffallend war hier, daß der kürzeste Arm (89 μm) mindestens dreimal so dick war wie normal. Ursache für die Verstümmelungen sind wohl *Proales decipiens* und Insektenlarven.

Beim heranwachsenden Tier ist es interessant zu beobachten, wie sich die Proportionen zugunsten von Krone und Fuß verschieben. Ein junges Tier zeigte folgende Maße: Gesamtlänge 353 μm , Höhe der Krone 91 μm , Breite der Krone 91 μm , Rumpf 152 μm , Fuß 121 μm . 30 Stunden später nahm ich folgende Maße: Gesamtlänge 401 μm , Höhe der Krone 115 μm , Breite der Krone 116 μm , Rumpf 152 μm , Fuß 134 μm . Das Streckungswachstum ist also ungleich in den drei Körperregionen.

Zwei erwachsene Tiere zeigten folgende Maße: Gesamtlänge 1880 μm , Höhe der Krone 500 μm ; Gesamtlänge 1860 μm , Höhe der Krone 470 μm . Diese beiden Individuen waren damit erheblich größer als VOIGT (1957) und RUDESCU (1960) angeben.

Steph. fimb. ist, wie schon erwähnt, gegen Nahrungsmangel recht empfindlich, sonst aber sehr widerstandsfähig. So scheint ein verminderter Sauerstoffgehalt des Wassers ihn wenig zu stören. In einem Blockschälchen mit Wasser vom Biotop, das vorher gut erwärmt worden war, so daß gelöste Luft abgegeben wurde, überlebte *Steph.* alle anderen Rotatorien (auch planktische!). Als *Flosc. ring.* und *Coll. camp.* schon längst tot waren und Unmengen von Ciliaten sich in den nächsten Tagen entwickelt hatten, schritt *Steph. fimb.* sogar zur Fortpflanzung. Die Widerstandsfähigkeit dieser Art zeigte sich auch in dem schon erwähnten Fang vom 16. 1. 1962 aus Oa, in dem sich unter einer 18 cm starken Eisdecke bei 1.5 °C einige junge und erwachsene Tiere fanden.

Gegen Erschütterungen und Berührungen, sofern sie nicht sehr heftig sind, ist *Steph. fimb.* nach meiner Erfahrung nicht sehr empfindlich. VON UBISCH (1926) ist hier anderer Meinung. Ein etwas stärkerer Reiz bedingt im allgemeinen nur etwa eine Kontraktion von einem Drittel der maximal möglichen. Dabei werden die seitlich herausgewölbten Arme zunächst in der Mitte gebündelt und dann eingezogen. Beim Strecken des Tieres geschieht dies in umgekehrter Reihenfolge. Die Zirren, die sonst meist starr stehen, sind beim Strecken elastisch und schlagen mehrfach, bis das Tier sich völlig gestreckt hat.

VON UBISCH (1926) korrigierte DE BEAUCHAMP (1909) zu recht, der annahm, daß die Zirren nach dem Strecken völlig unbeweglich bleiben (VON UBISCH: „Doch ist dies nicht der Fall.“). WRIGHT (1960) bestätigte es auch. Daß die Zirren aktiv am Fang der Beuteorganismen beteiligt sind, konnte ich bei jedem Tier, das ich unter dem Mikroskop sah, beobachten.

Bei alten Tieren fielen mir sehr viele Granula im Körper des Tieres und auch in den Armen auf. Bei den Bewegungen des Tieres werden diese

Granula passiv hin- und hergewirbelt. Auch bei alten Tieren anderer von mir untersuchter Collotheceen sah ich diese Erscheinung. Ferner erscheint bei alten Tieren die Körperoberfläche etwas runzelig, besonders am Fuß. Einige frühere Autoren wiesen ebenfalls auf diese Altersanzeichen hin.

Als Substrat dienten *Ra. aqu.*, *Ra. fl.*, *M. sp.*, *M. vert.* und *U. Steph. fimb.* tolerierte einen pH-Wert-Bereich von 5,0—8,5 und einen Härtebereich von 18,3—341,6. Die Untergrenze für den pH-Wert-Bereich liegt somit unter, die Obergrenze für den Härtebereich über den entsprechenden Werten von EDMONDSON (1944: „pH 5,7—8,8“, Härte „3,7—265,4“).

15. *Collotheca campanulata* (DOBIE 1849)

Diese Art ist die einzige mit einer Lappenkrone, die in meinen Fängen auftrat. In Ab und Oa fand ich sie in den Jahren 1960 und 1961, (später nur noch ausnahmsweise) mehrfach auf Algen, *M. sp.*, *M. vert.*, und *Ra. aqu.*, jedoch jeweils nur einzelne Individuen. Das größte von mir vermessene Tier erreichte eine Gesamtlänge von 1060 μm . Der so charakteristische Haftstiel der Tiere erreichte meist eine bedeutende Länge. Bei einem jungen Tier von 526 μm Gesamtlänge, bei dem der Fuß 283 μm lang war, erreichte der Haftstiel eine Länge von 28 μm . — Die Ausbildung der Lappenkrone geht beim jungen Tier ähnlich wie die Kronenbildung beim jungen *Steph. fimb.*, die von UBISCH (1926) beschreibt, vor sich. Ich beobachtete ein Tier, das sich eben angeheftet hatte. Das anfangs noch vorhandene Zilienband war nach etwa 20 Minuten verschwunden. Das gedrungene, anfangs kaum äußerlich differenzierte Tier streckte sich innerhalb einer Stunde auf die doppelte Länge. Nach dieser Zeit setzte sich der Fuß bereits deutlich vom Rumpf ab. Die Lappen erschienen als kleine knollige Verdickungen, an denen die Zirren zu wachsen begonnen hatten. Eine Gallerthülle konnte ich zu diesem Zeitpunkt noch nicht erkennen. Nach etwa 3 Stunden war das Tier zum neuartigen Nahrungserwerb gerüstet. Die Länge betrug jetzt 79 μm .

Der von *Coll. camp.* tolerierte pH-Wert-Bereich war 7,3—8,5, der Härtebereich 128,1—189,1. Der obere Wert des Härtebereichs lag damit um 23,8 Einheiten höher als ihn EDMONDSON (1944): („18,3—165,3“) angab.

16. *Collotheca ornata cornuta* (DOBIE 1849)

Coll. orn. cor. trat im Ab, An, Dam, Dn, Gw, Ms, Oa, Rg, Rn, Rkl, Rs, Td und Wr auf. Als Substratpflanzen dienten *C. d.*, ein nicht näher bestimmtes Moos, *M. vert.*, *Ra. aqu.*, *R. fl.*, *Sph.* und *U. n.* Auf *Sph.* bevorzugte diese Art wie *Ptyg. pil.* und *Ptyg. long.*, besonders die Innenseite der schiffchenförmigen Blätter. Das größte von mir vermessene Individuum maß 768 μm und war damit um mehr als 100 μm größer als VOIGT (1957) und

RUDESCU (1960) angeben. Maße von anderen Tieren waren: Gesamtlänge: 486 μm ; Gesamtlänge 415 μm ; Gesamtlänge: 357 μm , Fortsatz 30 μm ; Gesamtlänge 292 μm , Fortsatz 18 μm ; Gesamtlänge 367 μm , Zirren 130 μm , Kronenbreite 80 μm , längster Tentakel 50 μm ; Gesamtlänge 310 μm , Fuß 134 μm , Körper 91 μm , Kronenbreite 91 μm , Fortsatz 24 μm . Im allgemeinen lag die Größe zwischen 280 und 360 μm . Der wurmförmige Fortsatz am längsten Tentakel war immer deutlich zu sehen. Das Verhältnis Tentakellänge zu Fortsatzlänge variierte zwar, Übergänge jedoch, wie sie EDMONDSON (1940) angibt, zur Art *Coll. orn.* konnte ich nicht feststellen.

Die Widerstandsfähigkeit gegen ungünstige Umweltbedingungen war wie bei *Ptyg. cryst.* erwähnt, erstaunlich. Im erwähnten Fang vom 16. 1. 1962 fanden sich mindestens 3 Tiere mit einem Ei, eines mit 2 Eiern, zwei mit 3 Eiern und eines mit 4 Eiern. Es handelte sich aber in keinem Fall um Dauereier.

Der von *Coll. orn. cor.* ertragene pH-Wert-Bereich betrug 4,9—8,5, der Härtebereich 18,3—366,0. Der obere Grenzwert für die Härte lag wieder erheblich über dem Wert von EDMONDSON (1944: „1,8—206,8“).

17. *Collotheca ornata* (EHRENBERG 1832)

Coll. orn. trat im Dn, Mw, Rs und Td auf. Als Substrat dienten Algen, *L. m.* (auch deren Wurzelfäden), *Ra. aqu.* und *U.* Diese Art wurde mit Ausnahme des schon erwähnten Massenvorkommens im Herbst 1960 im Td zusammen mit *Flosc. ring.* und *Ptyg. cryst.* nicht häufig gefunden. Bei diesem Gewässer wählte sie als Substrat auch oft zusammen mit *Ptyg. cryst.* Gehäuse von *Flosc. ring.* (vgl. S. 52). — Bei einem Fang vom 4. 12. 1960 aus Td waren alle Tiere starr und tot. Die Kronen waren bei vielen völlig ausgestreckt. Die Ursache dafür konnte ich nicht ermitteln. Einwirkung irgendwelcher Chemikalien (z. B. auch Spülmittel) in nicht hinreichend gereinigten Gefäßen während des Transportes ins Labor kann völlig ausgeschlossen werden, da gerade auf Sauberkeit größte Sorgfalt gelegt wurde. — Daß es sich bei den gesammelten Tieren immer um *Coll. orn.* handelte, war an dem im Verhältnis zu *Coll. orn. cor.* deutlich kürzeren Haftstiel, den deutlich verschiedenen Proportionen Körper zu Fuß (bei *Coll. orn.* etwa 1:2, bei *Coll. orn. cor.* 1:1) und an dem Fehlen eines Fortsatzes am großen Tentakel leicht festzustellen, selbst an jüngeren Tieren. So zeigte ein Tier folgende Maße: Gesamtlänge 475 μm , Gehäuse 400 μm , Körper und Krone 170 μm , Fuß 305 μm . Die Tiere waren im Durchschnitt etwas größer als die Individuen der nahe verwandten *Coll. orn. cor.*, was auch mit den Angaben von VOIGT (1957) übereinstimmt. Der tolerierte pH-Wert-Bereich war, 4,9—7,7 und lag somit innerhalb der von EDMONDSON (1944) angegebenen Grenzen (3,5—8,4). Der ertragene Härtebereich von 18,3—146,4

überschritt den oberen Grenzwert von EDMONDSON („3,0—131,2“) nur gering.

Flosc. ring. und *Ptyg. cryst.* kamen in 11, *Ptyg. cryst.* und *Coll. orn. cor.* in 11 und *Flosc. ring.* und *Coll. orn. cor.* in 9 der untersuchten Gewässer zusammen vor. Dies kann ein Hinweis auf gleiche Abhängigkeit von bestimmten Milieufaktoren sein. EDMONDSON (1944) hielt dies infolge seines größeren Materials für wahrscheinlich.

II. Koloniebildung

1. Innerartliche Koloniebildung

Koloniebildung scheint bei sessilen Rotatorien, soweit sie nicht in Gallerthüllen wohnen, nichts Außergewöhnliches zu sein. Sowohl bei Freilandfängen als auch bei Laborzuchten fand ich immer wieder Kolonien.

Limn. cerat. scheint im Gegensatz zu den meisten Literaturangaben recht häufig Kolonien zu bauen, sofern man nicht die oben erwähnte Angabe von LEIDY (1874) hinzunimmt. So stammten z. B. zwei Kolonien mit 4 bzw. einem aufsitzenden Tier aus dem Gw. Im Sommer 1965 fand ich im Kw mehrere Kolonien, in denen bis zu 4 Junge auf dem Gehäuse eines alten Tieres saßen. Im An fand ich ebenfalls mehrfach ein bis zwei Individuen, die auf der Wohnröhre eines alten Tieres saßen. Selbst in den Laborzuchten unter künstlichen Bedingungen zeigten sich mehrfach junge Tiere, die sich auf alten Gehäusen niedergelassen hatten.

Flosc. ring. zeigt häufig Koloniebildung. Viele Autoren haben Kolonien beschrieben und abgebildet. Im Freiland fing ich Kolonien aus dem Ab, Oa und Td mehrfach. 5—6 junge Tiere saßen teilweise auf einem erwachsenen Tier. Am 12. 12. 1960 gelang mir im Labor erstmalig die Erzeugung einer Kolonie. Ein junges Tier hatte auf der Röhre eines alten Tieres unter Verwendung von Karmin sein Gehäuse errichtet. Später beobachtete ich dies noch öfters. Die Abb. 15 zeigt als Beispiel eine Kolonie von 4 jüngeren Tieren auf der Wohnröhre eines älteren, wie ich sie einige Male bei meinen Zuchten beobachten konnte.

Flosc. con. bildete nur sehr selten Kolonien. Nur wenige Male fand ich ein junges Individuum auf einem älteren sitzend. EDMONDSON (1945) fand Koloniebildung bei dieser Art recht häufig. Er hatte jedoch bei seinem Material auch eine weitaus höhere Besiedlungsdichte, als ich sie je bei dieser Art gesehen habe.

Bei anderen Arten, abgesehen von *Sinantherina socialis* und *Con. hip.*, für die die Bildung von Kolonien gemein ist, konnte ich innerartliche Kolonien nicht beobachten, obwohl ich sie z. B. bei *Flosc. jan.* oder *Beauch. cruc.*, um nur zwei Arten zu nennen, für möglich halte.

2. „Zwischenartige Koloniebildung“

Besonders interessant waren für mich eine Reihe von „zwischenartigen Koloniebildungen“, die im folgenden angegeben werden. In der Tab. 2 steht links das Tier, das sein Gehäuse als Substrat anbot, dann folgen die Arten, die sich darauf niederließen und die jeweilige Individuenzahl, schließlich der Fangtag und der Fangort.

Tabelle 2.

<i>Limn. cerat.</i>			
<i>Limn. cerat.</i>	3	26. 5. 65	An
<i>Flosc. ring.</i>	1		
<i>Limn. cerat.</i>	1	30. 4. 68	Ab
<i>Beauch. cruc.</i>	2		
<i>Flosc. ring.</i>	1		
<i>Ptyg. cryst.</i>	1	30. 4. 68	Ab
<i>Flosc. ring.</i>			
<i>Ptyg. cryst.</i>	1	11. 11. 60	Oa
<i>Ptyg. cryst.</i>	4	4. 12. 60	Td
<i>Ptyg. cryst.</i>	1	5. 12. 60	Td
<i>Coll. orn.</i> mehrfach bis zu 5			
<i>Beauch. cruc.</i>	4	26. 6. 65	An
<i>Ptyg. cryst.</i>	3	11. 8. 65	Ko
<i>Ptyg. cryst.</i>	1	24. 4. 67	Ab
<i>Ptyg. cryst.</i>	7	30. 4. 68	Ab
<i>Steph. fimb.</i>			
<i>Ptyg. cryst.</i>	1	11. 11. 60	Oa

Sicher kann ich hier nur einige Fälle vorstellen, die notiert worden waren und beim Sichten und Zusammenstellen des Materials erst im Zusammenhang gesehen wurden. Ich erinnere mich aber, noch etwas häufiger solche „gemischten Kolonien“ gesehen zu haben.

Diese „gemischten Kolonien“ werfen die Frage auf, ob man, wie EDMONDSON (1945), von einer „labil social structure“ oder „weck social structure“ bei einer innerartlichen Kolonie, abgesehen von Kolonien wie z. B. *Sinanthoria socialis* etc., die wirkliche Kolonien bilden, eigentlich sprechen darf, oder auch von einer „strength of tendency to form colonies“. Ja, darf man überhaupt den Begriff „Kolonie“ verwenden? Mir scheint, daß die Anheftung eines jungen Tieres an ein Gehäuse primär eine Frage nach einem geeigneten Substrat ist, da eigentlich nur bei relativ dichter Besiedlung „Kolonien“ gefunden werden. EDMONDSON (1945) sieht auch die Gunst des Substrates („Evidently the tube offers a more constant sub-

strate than the plant." und später "...that colony formation is largely a matter of substrate preference"). Vorteile auf Grund der Nachbarschaft (reicherer Futterstrom, Schutz) sind sicher nicht Ursache, sondern nur „Wahlgeschenke“, die aber zweifelsohne nicht ohne Bedeutung für das Individuum sind, wie EDMONDSON (1945) für *Flosc. con.* aufzeigte. Für das geringere Wachstum von Tieren in Kolonien während der ersten 24 Stunden sieht er als Ursache eine "competition for food with the adults". Diese Erklärung scheint mir unwahrscheinlich, da, wie er ja später berichtet, Kolonietiere früher mit der Eiablage beginnen und etwa doppelt so viele produzieren, wie die Einzeltiere. Diese Angaben sprechen doch für größere Vitalität. Nahrungsmangel ist also wohl nicht die Ursache. Im Gegenteil, die Tiere in einer „Kolonie“ leben im Überfluß. Der langsamere Gehäusebau hat sicher eine andere Ursache. Ich habe mehrfach gerade bei *Flosc. ring.* beobachtet, daß Tiere auch bei reichlichem Futterangebot sowie reichlicher Nahrungsaufnahme sogar für mehr als eine Stunde den Bau der Röhren nicht fortführten. Warum, konnte ich leider nicht feststellen, doch glaube ich, daß der Grund der Ursache der Verzögerung beim Röhrenbau von Jungtieren in „Kolonien“ entsprechen dürfte.

III. *Floscularia ringens* (Linne 1758)

„*Floscularia ringens*, das „Blumenrädertier“, ist eines der schönsten Rotatorien, und sein großes vierlappiges Räderorgan sich entfalten zu sehen, gehört zu den reizvollsten Erlebnissen,“ schreibt WULFERT (1939). Dieses wirklich unvergleichlich schöne Tier war das mit am häufigsten gefundene sessile, gehäusebauende Rotator. Es trat in folgenden Gewässern auf: Ab, An, Dg, Dn, Gw, Klh, Klm, Klv, Ko, Ks, Kw, Ms, Mw, Oa, Rs, Td, Wr. In manchen Fängen wurden die Tiere in so großer Zahl gefunden, daß es möglich war, sie als kleine, bräunliche „Börstchen“ am Pflanzenmaterial mit bloßem Auge zu erkennen. — *Flosc. ring.* war, was das Substrat betrifft, im Vergleich zu den übrigen untersuchten Arten wenig wählerisch. Sie siedelte auf Algen, *C. d.*, *E. c.*, *L. m.*, *M. sp.*, *M. vert.*, *Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*, *P. n.*, *Ra. aqu.*, *Ra. fl.*, *R. fl.*, Sph. und Wurzelfäden verschiedener Pflanzen, sowie vereinzelt auf angemodertem Laub. In entsprechender Weise tolerierte *Flosc. ring.* einen weiten pH-Bereich von 4,9 — 8,5 und einen weiten Härtebereich von 18,3 — 372,1. EDMONDSON (1944) fand einen ertragenen pH-Wert-Bereich von 4,8 — 8,9 und einen ertragenen Härtebereich von 1,8 — 317,8. Hinsichtlich des pH-Wertes scheint diese Art jedoch neutrale oder schwach alkalische Gewässer, wenigstens nach meinen Aufzeichnungen, zu bevorzugen, da sie nur hier in größerer Anzahl gefunden wurde. Gegenüber ungünstigen Umweltbedingungen zeigte sich *Flosc. ring.* als sehr widerstandsfähig. So konnte ich Individuen aller Altersklassen finden in den Fängen vom 2. 2. 1961 aus Td unter 20 cm Eis bei

+ 2° C, vom 8. 1. 1962 aus Oa unter 25 cm Eis bei 2,5° C, vom 16. 1. 1962 vom Ab und Oa unter 25 cm bzw. 18 cm Eis bei jeweils 1,5° C. Diese Tatsachen widersprechen früheren Ansichten. Ende November/Anfang Dezember 1960 beobachtete ich im Td eine nie mehr gefundene Populationsdichte auf Algenwatten. Hier kamen mit *Flosc. ring.*, wie schon erwähnt, auch *Ptyg. cryst.* und *Coll. orn.* vor, wobei die letzteren häufig die Gehäuse der ersteren als Substrat wählten (vgl. S. 52). Die maximale Entfernung zweier Individuen auf einem Algenfaden betrug etwa 1 cm.

Aus einem Fang vom 5. 12. 1960 aus Td habe ich 23 beliebige Gehäuse vermessen und dabei wahre Riesenexemplare festgestellt (Tab. 3). Allein 13 dieser Gehäuse übertrafen den Wert von 1600 μ m den VOIGT (1957) und RUDESCU (1960) angeben. Aus der Probe vom 2. 2. 1961 aus dem selben Gewässer wurden ebenfalls beliebig gewählte 13 Gehäuse gemessen (Tab. 4), die den genannten Wert durchweg überschritten. Im Juli 1965 fanden sich unter 11 vermessenen Gehäusen (Tab. 5) aus Dg ebenfalls 6 „Riesen“, unter ihnen das größte aus dem Freiland geholte und von mir vermessene Exemplar mit 2455 μ m. Es war um 855 μ m länger als VOIGT (1957) angibt. Eine Ursache für diesen Riesenwuchs konnte ich in keinem Fall feststellen.

Tabelle 3. Längenmaße von 23 verschiedenen Gehäusen, deren Öffnungsweite und Basisbreite (Angaben in μ m).

Länge:	1541	1593	1924	1743	1550	1742
Breite oben:	271	275	241	247	255	230
Breite unten:	106	122	102	134	105	135
	1425	1925	1020	1185	1472	1276
	244	270	225	238	240	255
	138	105	105	135	122	106
	540	2020	2210	1515	1927	1645
	194	270	285	230	255	234
	152	108	135	145	110	132
	2210	2020	2162	1740	1927	
	250	235	265	231	240	
	102	130	140	143	130	

Tabelle 4. Gehäuselängen (Angaben in μ m)

2053	1833	1663	1843	1888	2053	1693
2112	2278	2083	2278	2083	2241	2313
2374						

Tabelle 5. Gehäuselängen (Angaben in μ m)

893	1116	1140	1116	1314	1711	1711
1835	2455	1760	2083			

Bei der Vermessung obiger Gehäuse (Tab. 3) fielen mir Ringe von dunklen Gehäusepillen auf. Das Bemerkenswerte daran war, daß diese Ringe zur Basis hin gegen hellere Pillen ganz scharf abgesetzt waren, zur Gehäuseöffnung hin jedoch erst über mehrere Pillenreihen hin verlaufend wieder verblaßten. Etwa gleich große Gehäuse wiesen dabei in etwa der gleichen Höhe diese Erscheinung auf. Ich nehme an, daß diese dunklen Pillen bei größerem Materialangebot mit weniger Sekret gefertigt wurden. Dies dürfte während oder nach Niederschlägen der Fall gewesen sein, wenn oberflächlich abfließendes Wasser, angereichert mit Bodenpartikeln, sich im Teich sammelte. Leider wurden damals nur wenige Maße für den Abstand der Ringe notiert. Ein späterer Vergleich mit Niederschlagswerten macht jedoch diese Annahme wahrscheinlich. (Vgl. Tab. 6 und 7).

Tabelle 6. Niederschlagsangaben je Tag (mm) der Wetterstation Nürnberg-Buchenbühl vom 19. 11. bis 5. 12. 1960.

19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.
2,5	6,4	0,7	0	0,0	1,6	0	2,1	6,1
28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	
2,8	1,4	0,5	0	0	0	0,5	1,9	

Tabelle 7. Gehäuse mit Ringen (Angaben in μm).

Gesamtlänge:	2210	2210	2020	1740
Abstand des obersten Ringes von der Gehäuseöffnung	1349	1175	940	800
Abstand des 2. Ringes vom vorigen	465	—	410	330

Diese Tiere zeigen also hier eine Art „Wetterkarte“. WRIGHT (1950) meinte auch diese Ringe, wenn er schreibt: “changes in the colour of the latter as they come into the tube, sometimes in well-marked bands, lighter or darker than the rest of the structure”.

Wenn nur eine geringe Menge von Detritus vorhanden ist, oder dieser nahezu fehlt, werden die Gehäuse immer heller. Die Tiere vermögen dann sogar allein aus ihrem Sekret Bausteine für ihr Haus zu formen. So baute ein Tier aus einer Probe vom 9. 11. 1960, das in mehrfach gefiltertem Biotopwasser gehalten wurde, bis zum 12. 11. an seinem Gehäuse ein ganz durchsichtiges Stück an. Die einzelnen Pillen waren aber deutlich geformt. Man vergleiche hierzu die obigen Angaben für *Limn. cerat.*, *Flosc. con.* und *Beauch. cruc.*

Um etwas Aufschluß über die Gehäusebautätigkeit von *Flosc. ring.* zu gewinnen, wurden einige Versuche durchgeführt, die im folgenden dargestellt werden.

Am 8. 12. 1960 habe ich aus einer Probe aus Td 37 Gehäuse mit lebenden Tieren jeweils mit einem Stückchen Substrat abgetrennt und auf meh-

rere Blockschälchen verteilt, in die frisches filtrierte Wasser vom Biotop gefüllt worden war. Sodann setzte ich jedem Schälchen einen Tropfen aufgeschwemmtes, feinverteiltes Karmin zu. Die feinen Karminkörnchen sollten, wie bei EDMONDSON (1945) von *Flosc. con.*, von *Flosc. ring.* als Baumaterial verwendet werden. Am 12. 12. stellte ich eine ganze Reihe von Jungtieren fest, die sich zum Teil sogar auf dem Glasboden festgesetzt hatten und ihr ganzes Gehäuse aus Karmin aufgebaut hatten. Nach Entfernung der alten Tiere saugte ich mit einer feinen Pipette unter Kontrolle mit einer Stereolupe vorsichtig das Karmin ab und fügte nach Ergänzung des Wassers einen Tropfen einer Aufschwemmung von feinverriebener Holzkohle zu. (Ruß wird nur schlecht verbaut.) Täglich wurde die Zugabe der beiden Substanzen gewechselt, wobei immer die gleiche Aufschwemmung verwendet und somit das gleiche Angebot an Baumaterial gegeben wurde. Futter erhielten die Tiere mit dem frischen Biotopwasser. Am 18. 12. wurden dann 27 Gehäuse von obigen Jungtieren vermessen. In 22 hatten die Tiere überlebt. 5 waren vermutlich am letzten Tage gestorben. Alle Tiere zeigten einen starken Pilzbefall, der schon in den letzten Tagen vor dem Abschluß des Versuches bemerkt und so gut wie möglich mit einer Pinzette täglich entfernt worden war und auch fernerhin entfernt wurde. (Dies gelingt bei einiger Übung tatsächlich!) Die 22 Tiere wurden weiter gehalten. Am 27. 12. 1960 zeigte sich das erste Junge der 2. Generation. Am 29. 12. waren deren 12 da. Die Tiere der 1. Generation waren folglich nach 2—3 Wochen zur Fortpflanzung geschritten. Die Fortpflanzung war wohl durch die für die Tiere doch recht mißlichen Verhältnisse (Fremdstoffe in großer Menge, eventuell Nahrungsmangel, Pilzbefall) lange hinausgezögert worden, wenn man die Angaben von EDMONDSON (1945) für *Flosc. con.* vergleicht. Gerade deshalb aber scheint mir der Fall erwähnenswert.

Im Laufe meiner weiteren Untersuchungen habe ich, um die Verpilzung möglichst zurückzudrängen und damit eine ausreichende Ernährung zu ermöglichen, das Biotopwasser mehrfach gefiltert oder erhitzt und nur frische und reine Blättchen von *M.* als Substrat eingebracht.

Die Präparate (vgl. S. 66) bei denen Diatomeenschalen im Magendarm von *Flosc.* gefunden worden waren, gaben den Anstoß zu den folgenden Versuchen, bei denen Algen als Futter zugegeben wurden. Dies sind meines Wissens nach die ersten Versuche, sessile Rotatorien unabhängig vom Biotopwasser zu halten.

Im Sommer 1967 ging ich dazu über, als Kulturmedium die nach Rezept S. 33 hergestellte Erdlösung zu verwenden. Als Kulturschalen wurden Boveri-Schälchen verwendet, die ein Fassungsvermögen von 12 ml haben. In diese Schälchen wurden 3—4 ml Erdlösung gegeben und sodann die Tiere aus der Probe mit einem kleinen Stückchen ihrer Substratpflanze

(meist *M.*). Als Futter wurden zuerst *Chlorella pyrenoidosa* und *Chlorella vulgaris* (vgl. S. 34) verwendet. Täglich wurden 1—2 Tropfen einer mittelgrünen Kultur als Futter zugesetzt. *Chlorella* wurde als Nahrung gut angenommen, war aber als Baumaterial schlecht brauchbar und hatte den Nachteil, daß sich die Zellen langsam absetzten und folglich nach 1—2 Stunden sich für die Floscularien wieder Futtermangel einstellte. Für *Scenedesmus* spec. zeigte sich der gleiche Nachteil. *Eudorina* spec. war als Futter nicht so gut geeignet, da sie sich in diesem Medium nicht so dicht züchten ließ wie die vorigen. Beim Suchen nach einem geeigneten Futterorganismus, der nur ein begeißelter Einzeller sein konnte, damit infolge seiner aktiven Bewegung das zur Verfügung stehende Wasser bei diffuser Beleuchtung in kurzer Zeit einigermaßen gleichmäßig bevölkert ist, fand sich als nächstes *Euglena gracilis*. *Euglena* wurde als Futter angenommen, doch die mitgebrachten Bakterien, wie auch ihr Kulturmedium, schwächten die Floscularien schnell. Die Chlorococcale *Chlamydomonas* spec. war letztlich der am besten geeignete Futterorganismus. Hiervon wurden täglich je Schälchen 1—3 Tropfen einer mittelgrünen Kultur zugegeben. Das Kulturmedium in den Boveri-Schälchen wurde täglich gewechselt, um abgestorbene *Chlamydomonas* zu entfernen und zu vermeiden, daß sich die Chemikalien der Algenkulturlösung in den Zuchtschalen anreichern, was das Leben von *Flosc.* hätte beeinträchtigen können. Die so gehaltenen Floscularien entwickelten sich gut und schritten zur Vermehrung. *Chlamydomonas* wurde zum Gehäusebau verwendet, so daß die Tiere anfangs etwas grünliche, später bräunlich werdende Gehäuse bauten.

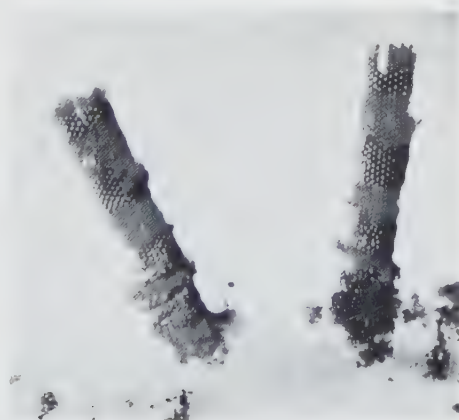


Abb. 10. Gehäuse von *Floscularia ringens* mit Karmin und Holzkohle gebaut.

Diese Zuchtmethode also wurde bei dem folgenden Versuch benützt, wobei den Tieren aber zusätzlich zum Futter täglich wechselnd Karmin bzw. Holzkohle wie bei dem oben beschriebenen Versuch angeboten wurde.

Aus einer Probe aus An wurde eine größere Anzahl Tiere genommen mit je einem Stückchen Substrat und auf Schälchen mit Erdlösung und

Chlamydomonas als Futter verteilt. In jedes Schälchen wurde außerdem ein frisches, sauberes Blatt von *M.* gelegt. Während des Versuchs betrug die Raumtemperatur $22 \pm 1^\circ \text{C}$. Am nächsten Tag hatte sich eine Anzahl von jungen Tieren auf dem frischen Substrat niedergelassen. Von diesen Tieren wurden 16 über 13 Tage gehalten. Die schön geringelten Gehäuse (Abb. 10. Diese Aufnahme zeigt zwei Gehäuse aus einem Vorversuch.) ließen sich am Ende des Versuchs leicht vermessen. Die Meßwerte sind in Tabelle 8 angegeben. Abb. 11 zeigt die Mittelwertskurve für die täglichen Werte.

Tabelle 8. Höhen der Wachstumsringe je Versuchstier, angeordnet nach Tagen
(Angaben in μm).

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Tage
1.	15	—	15	46	46	61	92	77	77	77	92	92	92
2.	30	—	46	61	61	46	46	77	46	77	77	92	92
3.	30	—	61	61	—	77	61	61	77	107	107	107	107
4.	46	—	46	30	—	92	122	107	92	107	122	153	138
5.	30	—	30	30	—	92	77	92	77	77	77	92	92
6.	46	—	61	61	—	122	168	138	122	122	122	138	138
7.	46	—	77	72	—	153	122	138	138	138	138	153	153
8.	30	—	46	61	—	107	122	138	107	122	122	122	122
9.	77	—	61	61	—	77	92	92	77	77	77	61	61
10.	15	—	30	30	—	46	77	77	77	77	77	122	122
11.	15	—	15	30	—	46	61	61	61	77	92	92	92
12.	15	—	15	15	—	30	30	15	15	15	15	15	15
13.	61	—	—	77	—	184	122	138	184	153	168	184	184
16.	15	—	30	46	—	61	61	61	30	30	92	107	107
14.	15	—	15	15	—	61	30	30	30	61	30	30	30
15.	15	—	30	30	—	46	46	46	77	77	77	77	77

Am 2. wie am 5. Tag beschränkte sich die Bautätigkeit fast ausnahmslos auf wenige Pillen, so daß hierfür die Meßwerte entfallen. Warum dies so war, konnte ich nicht feststellen. Trotz dieses Mangels zeigt sich jedoch deutlich eine im Durchschnitt mit dem Alter und der Größe anwachsende Gehäusebaurrate bis zum 13. Tag. Am Ende des Versuchs waren die Gehäuse durchschnittlich etwa $830 \mu\text{m}$ lang.

In einem weiteren Versuch wurde aus An eine größere Anzahl Tiere den gleichen Versuchsbedingungen ausgesetzt wie im vorigen. Die Tiere wurden solange dem Wechsel Karmin-Holzkohle unterworfen, bis sie starben. Unter den danach vermessenen Wohnröhren waren 9, die ursprünglich $1010-1040 \mu\text{m}$ groß waren und deren Bewohner gemeinsam mindestens 9 Tage gelebt hatten (Tab. 9). Diese Gehäuse können, im Anschluß an obigen Versuch betrachtet, über das Wachstum von $1000 \mu\text{m}$ bis zu $1900 \mu\text{m}$ Aufschluß geben. Die in den drei ersten Tagen noch etwas niedrige Wachstumsrate nimmt schnell zu und erreicht am 6. Tag mit $161,6 \mu\text{m}$ im Durch-

schnitt ihren höchsten Wert. Dann scheint das Wachstum langsam nachzulassen. Am 9. Tage beträgt die durchschnittliche Rate nur noch $124,3 \mu\text{m}$ (Abb. 12). Es wäre wünschenswert, eine größere Anzahl von Tieren von einem noch höheren Bauniveau an in ihrer Bautätigkeit zu beobachten. Ich habe dies auch versucht, habe aber nur bei einzelnen Tieren Erfolg gehabt.

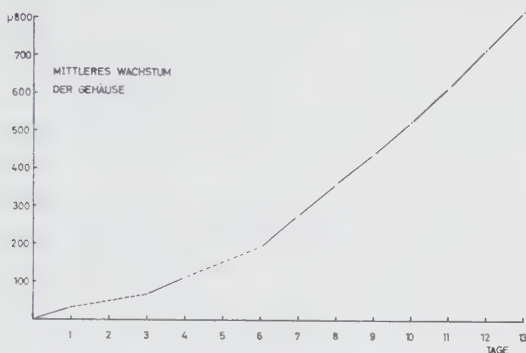


Abb. 11. Mittelwertskurve für das Gehäusewachstum von *Floscularia ringens* von Geburt an.

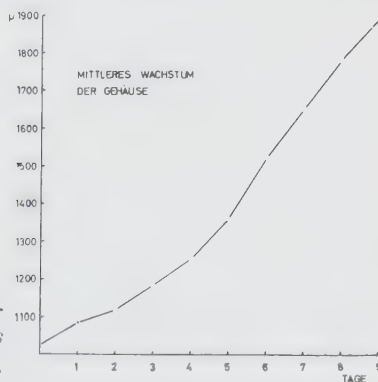


Abb. 12. Mittelwertskurve für das Gehäusewachstum von *Floscularia ringens* von einer Ausgangsgröße um $1000 \mu\text{m}$ an.

Tabelle 9. Höhen der Wachstumsringe je Versuchstier angeordnet nach Tagen. Links steht die Länge der Gehäuse bei Versuchsbeginn. (Angaben in μm).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9 Tage
1010	92	15	61	77	107	214	92	138	61
1025	46	46	77	46	199	168	184	122	138
1040	107	15	77	153	77	92	122	199	153
1010	46	31	61	61	92	199	138	138	153
1025	46	31	46	77	138	245	138	107	77
1010	46	31	46	31	77	138	184	92	199
1040	31	31	46	46	31	77	77	153	92
1040	77	31	107	107	122	153	122	77	122
1025	46	77	61	46	107	168	122	153	tot

Diese waren jedoch zu Beginn des Versuchs unterschiedlich groß und die Werte lassen sich folglich nicht vergleichen. Doch scheint mir die Wachstumsrate mit dem Alter eines Tieres abzunehmen. Zweifelsohne beginnt diese Abnahme erst zu einem Zeitpunkt, den die meisten Individuen im Freiland kaum überleben. Gehäuse mit über 2000 μm Länge werden ja nicht häufig gefunden. Wenn sie auftreten, dann herrschen wohl außerordentlich gute Bedingungen. Selbst im Labor gelingt es nur teilweise, Tiere mit großen Gehäusen zu züchten. In dem erwähnten Versuch, aus dem die 9 Tiere stammten, waren unter 48 Individuen am Ende des Versuchs nur 19 mit einem Gehäuse über 2000 μm . 14 davon waren noch über 2100 μm groß. Davon überschritten 2200 μm 11, unter denen noch 6 2300 μm erreichten. Die Endwerte dieser 6 waren aufsteigend geordnet 2341 μm , 2388 μm , 2417 μm , 2450 μm , 2602 μm , 2922 μm . Das Tier, das die 2922 μm lange Röhre gebaut hat, war das größte, das ich je gesehen habe. Das Gehäuse war um 1322 μm größer als VOIGT (1957) für *Flosc. ring.* angibt (vgl. S. 54). Sein Gehäuse war bei Versuchsbeginn bereits 1499 μm lang. Innerhalb von 13 Tagen erreichte es seine Endgröße. Wenn wir den Versuch von Seite 58 vergleichen, dann dürfen wir wohl ohne Überschätzung eine Lebensdauer von mindestens 26 Tagen ansetzen. Für das oben genannte Tier mit dem 2455 μm langen Gehäuse dürfen wir wohl etwa im Vergleich die gleiche Lebensdauer annehmen, wenn wir berücksichtigten, daß es sich sicher nicht so ungestört entwickeln konnte. Damit gehört *Flosc. ring.* zu den Rotatorien, (abgesehen von Dauerstadien), die potentiell am längsten leben.

Im Freiland sind die Wohnröhren von *Flosc. ring.* immer wieder Angriffen von Insektenlarven (oft Chironomidenlarven) und anderem Getier ausgesetzt. Dabei werden oft Teile aus dem Gehäuse herausgerissen. Ich habe selbst solche Zerstörungen an Gehäusen verursacht und dann den Tieren als Baustoff Karmin geboten, um zu sehen, inwieweit solche Zerstörungen wieder repariert werden können.

Bei einem Tier z. B. das eine 1040 μm lange Wohnröhre hatte, wurde das Gehäuse bis auf 921 μm abgetragen. Dazu war noch eine oben 7 Pillen breite Lücke gerissen, die ein auf der Spitze stehendes Dreieck darstellte. Nach 52 Stunden war die Lücke wieder voll aufgefüllt und einige Pillen waren zur Ergänzung des übrigen Gehäuses schon aufgelegt. — Bei einem anderen Tier, dessen Gehäuse 891 μm maß, habe ich das Gehäuse bis auf einen Bereich von 698–742 μm abgetragen, wobei ein recht unregelmäßiger oberer Rand entstanden war. Innerhalb von 52 Stunden waren alle Unregelmäßigkeiten wieder ausgeglichen und das Gehäuse bis auf 772 μm verlängert (bis zu drei Pillen übereinander). Der erneuerte Teil war aber hier etwas ausgebuchtet. Diese Ausbuchtung kann man auch an Freilandfängen beobachten. WRIGHT (1950) fand sie ebenfalls bei solchen Repara-

turen. Die Ursache der Ausbuchtung ist, daß die Pillen infolge des Wachstums der Tiere und damit auch des Pillenorgans stetig weiter nach außen gesetzt werden und auch einen größeren Durchmesser bekommen, was ja die konische Gestalt der Gehäuse bedingt.

WRIGHT schreibt in diesem Zusammenhang: "If there should be a period of scarcity", ... "the animal may grow in advance of its buildingrate and become too large for the tube it has been able to construct. On the other hand, when material is abundant throughout the animals life the altitude of the tube may at first outpace the growth of the body", ... "with the consequence that presently the Rotifer is unable to measure the full length its bent body across the tube, which becomes unusually tall and narrow."

Unter Berücksichtigung von WRIGHT ergeben sich bei Verwendung der Meßwerte von Tab. 3 und Tab. 10 recht interessante Beziehungen.

Mit dem Wachstum des Tieres nimmt die Größe des Pillenorgans und damit der Pillen zu. Die Pillen bestehen aus Detritus, der mit Kittsubstanz aus Drüsenzellen des Pillenorgans zusammengeklebt wird. Die Kittsubstanzproduktion dürfte in einem bestimmten Verhältnis zur Größe des Tieres stehen. Bei reichlichem Materialangebot verbraucht das Tier je Pille — bezogen auf ihre Größe — weniger Kittsubstanz. Es kann folglich mehr Pillen mit der gleichen Kittsubstanzmenge produzieren. Tiere, die ein reichliches Materialangebot haben, fertigen schneller ihre Pillen an, was zu einer schnelleren Längenzunahme des Gehäuses führt. Das Tier selbst wächst aber deswegen nicht schneller, und daher nimmt der Durchmesser in kleineren Raten zu als bei der langsameren Produktion bei weniger Materialangebot und gleichem Wachstum. Dies führt zwangsläufig dazu, daß Tiere bei reichlichem Materialangebot Gehäuse bauen, deren obere Öffnung im Verhältnis zur Länge eng ist, und in denen die Tiere tief drinnen stecken. Bei geringerem Materialangebot aber, ist die obere Öffnung der Wohnröhre weiter im Verhältnis zur Länge und die Tiere schauen weiter heraus.

Das Gehäuse von *Flosc. ring.* stellt einen Kegelstumpf dar. Aufgrund der Meßwerte von Höhe (h), Basisbreite (a) und Öffnungsweite (b) läßt sich der Winkel α zwischen Höhe und Mantellinie leicht bestimmen.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b - a}{2h}$$

Für diesen Winkel läßt sich aus Tab. 3 für die 23 Gehäuse ein Wert von $2,17 \pm 0,57^\circ$ und aus Tab. 10 für die 45 Gehäuse ein Wert von $1,66 \pm 0,52^\circ$ (Standardabweichung) errechnen. Da aber nun die Öffnungsweite und somit der Öffnungswinkel vom Verhältnis Wachstum zu Materialangebot abhängt, ist der Öffnungswinkel bei reichlichem Materialangebot kleiner. Wir müssen daraus schließen, daß die 23 Tiere weniger Detritus zur Ver-

fügung hatten, als die 45. Dies bedeutet, daß man durch Sammeln von Gehäusen von *Flosc. ring.* und deren Vermessung Rückschlüsse auf die in einem Gewässer vorhandene Detritusmenge ziehen könnte. Bei Proben aus dem gleichen Gewässern müßten sich ferner aufgrund des mittleren Öffnungswinkels Frühjahrs- und Herbstpopulationen von Sommer- und Winterpopulationen unterscheiden lassen, da durch die Zirkulation im Frühjahr bzw. Herbst ein größeres Materialangebot gegeben ist.

Tabelle 10. Längenmaße von 45 verschiedenen Gehäusen, deren Öffnungsweite und Basisbreite (Angaben in μm).

Länge:			1071	1025	1040	1010	1499	979	643	1300	872
Breite oben:			184	245	199	214	260	168	184	214	184
Breite unten:			153	122	138	168	138	107	153	107	155
612	1040	1224	811	1025	1255	979	1209	1102	1010	842	1040
168	184	199	214	168	199	168	199	168	168	168	168
122	107	137	137	77	122	122	122	138	107	122	122
964	1040	796	979	933	1209	1178	842	903	979	1163	1270
184	168	153	153	161	192	184	153	168	168	184	184
138	107	107	107	107	122	107	122	138	122	107	122
872	658	1224	1071	780	1010	964	1117	689	1086	627	398
184	168	199	199	184	168	199	199	153	184	153	138
153	138	122	122	122	92	138	122	107	122	122	122

Die von mir Anfang Oktober 1969 (Tab. 11 und 12) eingebrachten Gehäuse (also vor der Herbstzirkulation!) aus Ab und Gw reihen sich mit den ermittelten Werten für die Öffnungswinkel sehr gut an den Wert für obige 23 Gehäuse an (Ab: $2,53 \pm 0,48^\circ$; Gw: $2,63 \pm 1,01^\circ$ [Standardabweichung]). Da die Unterscheidung des mittleren Öffnungswinkels der 45 Tiere von Tab. 10 gegenüber den drei anderen Stichproben hoch signifikant ist (für alle ist $p < 0,0005$), während diese untereinander nicht signifikant unterschieden werden können, ist dies wohl als ein deutlicher Hinweis für obige Behauptungen zu werten.

Tabelle 11. Längenmaße von 10 verschiedenen Gehäusen, deren Öffnungsweite und Basisbreite (Angaben in μm) aus Ab.

Länge:	1455	970	1504	1096	1348	1164
Breite oben:	213	213	233	204	223	204
Breite unten:	116	116	107	87	87	87
	1290	1601	1329	786		
	213	233	213	194		
	116	126	107	107		

Tabelle 12. Längenmaße von 10 verschiedenen Gehäusen, deren Öffnungsweite und Basisbreite (Angaben in μm) aus Gw.

Länge:	1843	941	427	854	640	912
Breite oben:	223	213	155	194	165	194
Breite unten:	155	116	107	126	116	116
	485	1387	892	1232	1096	
	194	228	213	213	213	
	107	116	116	107	136	

In das Pillenorgan, das von der Oberlippe überdeckt und von der Unterlippe gestützt wird, (Abb. 13 vgl. *Flosc. con.*, Abb. 7) wandern die Detrituspartikel auf zwei Wimperbändern und werden hier unter ständigem Drehen mit Sekret vermengt und zu einer Pille geformt, die schließlich durch ihre Größe die beiden Lippen etwas spreizt. Damit ist der der augenblicklichen Größe des Tieres entsprechende Durchmesser erreicht und sie

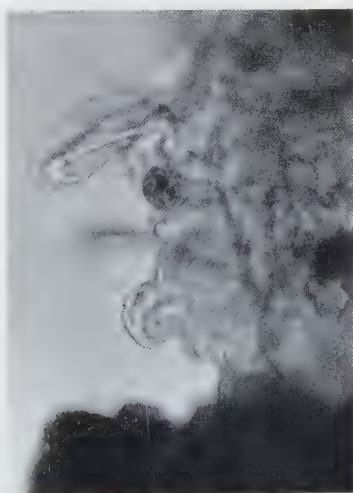


Abb. 13. Pillenorgan von *Floscularia ringens*.

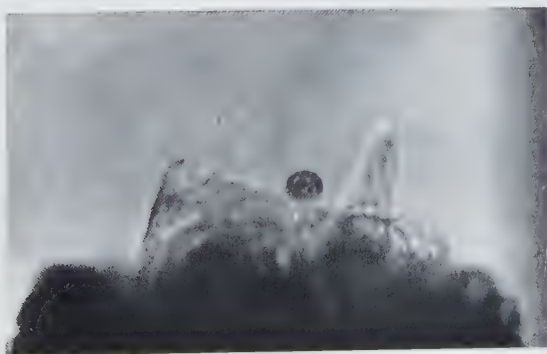


Abb. 14. Kontrahierte *Floscularia ringens* mit aufliegender Pille.

wird abgesetzt (vgl. WRIGHT 1950). Daß die Pille der Form eines Artilleriegeschosses ähnelt, konnte ich nicht beobachten. Wird ein Tier bei seiner Pillenproduktion gestört und in seine Röhre gejagt, so scheint es manchmal, als ob es die in Bearbeitung befindliche Pille wegwirft. Dies ist aber nicht der Fall. Geht eine Pille verloren, so bedeutet dies wirklich einen Verlust. Bei der Flucht faltet das Tier seine Krone zusammen, bewegt die Oberlippe nach dorsal und deckt sie über die Krone. So kommt das Pillenorgan ganz oben zu liegen. Dabei wird die Pille herausgedrückt und liegt oben auf dem Organ (Abb. 14). Entfaltet sich das Tier wieder, so wird die Pille wiederum in das Organ aufgenommen und weiter bearbeitet. Ich konnte diesen Vorgang oft beobachten.

Bei den Zuchtversuchen war das Substrat immer ein unsicherer Faktor. Meist waren die einzelnen Blättchen von *M.* schon nach wenigen Tagen welk und die Standfestigkeit der Gehäuse von *Flosc. ring.* war durch das erlahmende Fundament gefährdet. In Perlongittern aus 0,25 mm starken Fasern mit quadratischen Maschen (Maschenweite: 1,6 mm) fand ich schließlich ein gut geeignetes, künstliches Substrat. Ich habe quadratische Gitterstücke zugeschnitten, deren Kantenlänge größer war als der Durchmesser



Abb. 15. *Floscularia ringens* (Kolonie) in Zucht auf Perlongitter.

des Bodens der Boveri-Schälchen und die folglich über dem Boden hängenblieben. Aus dem Freiland eingebrachte Tiere habe ich mit ihrem Substrat unter diese Netze gelegt und die Schälchen mit Erdlösung über die Netze hinaus gefüllt und mit Futter (*Chlamydomonas*) versehen. Viele Jungtiere setzten sich nun auf den Netzen fest. Nach ein bis zwei Tagen wurde das Blättchen entfernt und die Kultur nun völlig unabhängig vom Freiland gehalten. Auch das Vermehren der Kultur ist durch Einbringen neuer Gitter möglich. Die Übertragung von einem Schälchen in ein anderes geht meist ohne Beschädigung der Tiere, da in den Maschen sich ein Wasserfilm hält. Ich habe so eine Zucht über 7 Wochen gehalten. Abb. 15 zeigt eine Kolonie,

die sich auf dem Gitter gebildet hatte. — Glasfasern wurden von mir ursprünglich als Substrat mehrfach angeboten, aber von den meisten Tieren abgelehnt.

Unter den 27 Gehäusen des auf S. 56 beschriebenen Versuchs waren 3 Gehäuse äußerst unregelmäßig gebaut und um die Basis lag ein regelloser Haufen von Pillen. Daß für vielleicht einen dieser Fälle auch die Erklärung von WRIGHT (1950) zutreffen könnte, wage ich heute nicht mehr auszuschließen. WRIGHT schreibt, daß bei einigen Tieren die "gelatinous girdles secreted before laying down of pellets have been abnormally shallow and narrow, due possibly to the inability of the Rotifers to secrete an adequate amount of the viscid material." Die Folge davon sei, daß die Tiere beim Ablegen der Pille "...overshot the mark and often touched the substratum...". "In all such examples the pellets formed a shapeless mass without regular pattern...". Nach meinen Aufzeichnungen schien mir damals die Oberlippe des Pillenorgans deutlich kürzer zu sein. Verkümmernungen des Pillenorgans kommen aber sicher vereinzelt vor. So fand ich in einer Probe vom 16. 1. 1962 aus Oa ein Tier mit 274 μ m Länge ohne jede Wohnröhre. Das Pillenorgan war sehr stark verkümmert und für seine Bestimmung unbrauchbar. Die Oberlippe war bis auf einen kleinen Wulst völlig reduziert. In einer Probe vom 13. 12. 1961 hatte ich im gleichen Ge-

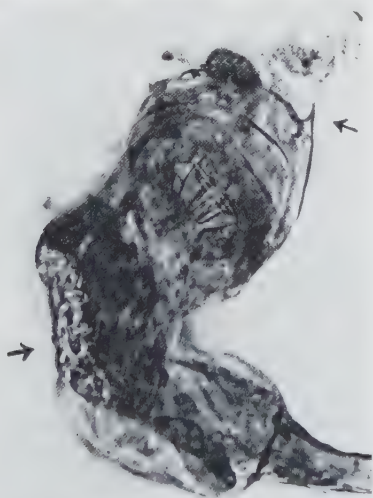


Abb. 16. *Floscularia ringens*. Hörnchen gut zu sehen. Mageninhalt.

wässer schon einmal eine Mißbildung gefunden. Das Gehäuse dieses Tieres bestand aus unregelmäßigen, gleichgroßen Detritusbröckchen, die keine Pillenform zeigten. Das Tier streckte sich zwar nicht aus, doch bei starker Beleuchtung sah man die Hörnchen von *Flosc. ring.* deutlich. Sicher war auch hier das Pillenorgan verkümmert.

Im Frühjahr 1967 habe ich erstmals *Flosc. ring.* zu färben versucht. Frisch eingebrachte Tiere aus An wurden aus ihren Gehäusen getrieben und verarbeitet. Bei den fertigen Präparaten zeigte sich, wie erwartet, ein Teil der Speisekarte der Tiere. Im Magendarm, der zwar infolge der „rohen Behandlung“ nicht mehr am rechten Ort und auch nicht mehr geschlossen war, fanden sich eine große Anzahl von Diatomeenschalen (Abb. 16).

So fand ich Vertreter der Gattungen *Synedra*, *Pleurosigma*, *Cymbella*, *Navicula*, *Amphora* und *Meridion*. Da Futterorganismen von *Flosc. ring.* noch kaum bekannt sind, scheint mir diese Angabe im Zusammenhang mit den in den Experimenten verwendeten Futterorganismen nicht unwichtig.

Letztlich sei noch eine kurze Bemerkung zu den Hörnchen gestattet (Abb. 16). Sowohl bei den Versuchen über die Fähigkeit, Schäden an den Gehäusen zu reparieren, als auch bei den Versuchen zur Regenerationsfähigkeit (S. 66 ff.) sind beim Verursachen der Verletzungen immer wieder kleine Teile vom Gehäuse (einige Pillen) in die Öffnung des Gehäuses gelangt. Das Tier wurde dadurch gestört und am Ausfahren gehindert. Mehrfach konnte ich nun beobachten, wie die Hörnchen wie eine Gabel benutzt wurden und an der Innenseite der Wohnröhre entlang schabend den eingedrungenen Fremdkörper empor hoben und schließlich aus der Röhre hinaus beförderten. — Die Form der Hörnchen gleicht einer Bärenkrallen (vgl. *Flosc. con.* Abb. 8).

IV. Untersuchungen über die Regenerationsfähigkeit sessiler Rotatorien

1. Untersuchungen an *Stephanoceros fimbriatus* (Goldfuss 1820)

Im Herbst 1960 fand ich in einer Probe aus Ab ein Tier von *Steph. fimb.*, das statt 5 gleich langer Tentakeln nur 4 gleich lange zeigte. Der 5. Tentakel war etwa um die Hälfte kürzer. An der Spitze dieses Tentakels standen die Zirren in Büscheln, während sie sonst in der für *Steph. fimb.* charakteristischen Weise in schrägen Zeilen stufenförmig angeordnet scheinen.

Seit v. UBISCH (1926) und JURCZYK (1926, 1927), die sich erstmals experimentell mit dem Problem „Regeneration trotz Zellkonstanz“ beschäftigt hatten, wissen wir von solchen Verstümmelungen und der möglichen Wiederherstellung der Krone. Auch WULFERT (1956) berichtet von einem solchen Fall. Nach dem erwähnten Fund traf ich noch mehrfach verstümmelte und verkrüppelte Tiere an. Im Kapitel „Ökologie und Biologie“ habe ich bei *Steph.* (S. 47) schon einige Fälle erwähnt. — Bei einer nicht mehr funktionstüchtigen Fangreuse ist der Nahrungserwerb für das Tier unmöglich und es ist — wenn diese nicht wieder hergestellt werden kann — nur noch der Tod zu erwarten. Eine schnelle Regeneration und ein stufenweise besseres Funktionieren der Fangreuse, besonders bei weniger stark beschä-

digten Tieren, bringt dagegen Rettung. Auf Grund der Beobachtungen habe ich eine Reihe von Experimenten, ähnlich v. UBISCH und JURCZIK, angestellt. Anfänglich versuchte ich mit einem Mikromanipulator und darin eingespannten, auf ca. 10 μm ausgezogenen, kurzen Glasnadeln die Amputation von Fangarmen vorzunehmen, doch erwies sich dies als recht schwierig und ungünstig. Einerseits waren die Glasnadeln sehr empfindlich und brachen unter Druck leicht ab, andererseits sind die Arme von *Steph. fimb.* so derb, daß sie sich oft kaum so abquetschen ließen. Später habe ich die Abtrennungen ganz einfach mit der Hand unter Verwendung einer Uhrmacherpinzette (Tanic 4 oder Dumont 4) durchgeführt. Diese feinen Stahlpinzetten lassen sich auf einem Arkansas-Schleifstein ohne Schwierigkeiten auf 10—15 μm zuschleifen, wobei man auf der Innenseite leicht scharfe Kanten anschleifen kann. Unter einer Stereolupe läßt sich mit diesem Werkzeug die Operation mit etwas Geduld leicht ausführen. *Steph.* ist nicht empfindlich gegen Berührungsreize, zumindest nicht im Bereich der Arme. Auch die Zirren der Arme, die sich zwar selbst bewegen, wenn sie berührt werden, und in Richtung Mundöffnung schlagen, leiten den Reiz offensichtlich nicht weiter, so daß man ohne weiteres mit der Pinzette langsam zwischen den Armen hindurchfahren kann, ohne daß das Tier flieht. Mit einem blitzschnellen Schließen der Pinzette glückt es in den meisten Fällen, einen Arm oder mehrere zu verletzen und Teile von ihnen zu amputieren. Eine Narkotisierung ist also nicht nötig und wohl auch nicht wünschenswert, da ein negativer Einfluß eines Narkotikums auf das Regenerationsvermögen nicht ohne weiteres ausgeschlossen werden kann.

Im folgenden will ich nun einen Versuch beschreiben. Er ist stellvertretend für eine ganze Reihe anderer, die sich im Ergebnis nicht wesentlich unterscheiden.

Das Versuchstier wählte ich aus einer Probe vom 3. 4. 1965. Das Tier war 1860 μm lang, wovon 470 μm auf die Krone entfielen. Es war gut genährt. Seine Krone war regelmäßig. Seine Gallerthülle war unbeschädigt, aber etwas mit Detritus belegt. Einige stärkere Berührungsreize beantwortete das Tier mit starker Kontraktion und anschließendem wieder vollständigem Strecken. Abb. 17 zeigt eine Gesamtaufnahme des Tieres, die ich am 3. 4. 1965 um 21.00 Uhr gemacht habe. Um 21.13 Uhr habe ich dieses Tier verletzt, worauf es sich sofort in die Gallerthülle zurückzog und auffallend stark kontrahierte. Nach etwa 10 sec fast völliger Bewegungslosigkeit streckte sich das Tier in der Gallerthülle etwas, bewegte sich unruhig und führte eine Reihe kurzer Kontraktionen aus. Um 21.16 Uhr streckte sich das Tier wieder völlig und begann wieder mit der Nahrungsaufnahme. (Dies war außergewöhnlich bald. Bei anderen Tieren verstrich ein Zeitraum bis zu 20 min.). Abb. 18 habe ich zwischen 21.16 und 21.20 Uhr aufgenommen. Wir erkennen deutlich, daß 2 Arme bis auf ein knappes Drittel ihrer



Abb. 17. *Stephanoceros fimbriatus*,
vor der Operation.



Abb. 18. *Stephanoceros fimbriatus*,
ca. 5 min nach der Operation.

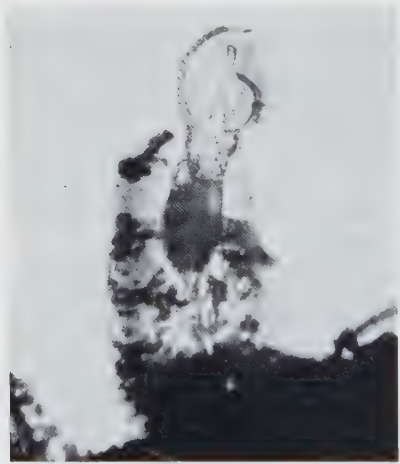


Abb. 19. *Stephanoceros fimbriatus*,
18½ Stunden nach der Operation.

ursprünglichen Länge abgetrennt waren. Die Spitze eines 3. Armes ist etwas verletzt worden. Die unverletzten Arme versuchen sich stärker zu krümmen, um die Fangreuse möglichst funktionstüchtig zu erhalten. Eine Aufnahme am 4. 4. 1965 zwischen 00.10 und 00.14 Uhr zeigt bereits die Regeneration. Abb. 19 zeigt das Tier am 4. 4. 1965 zwischen 15.40 und 15.45. Die Regeneration ist deutlich fortgeschritten. Daß es sich wirklich um das gleiche Tier handelt, beweisen die drei kleinen epiphytischen Algen rechts der Basis der Gallerthülle.

Die Befunde stimmen im wesentlichen mit den Befunden nach den Zeichnungen von JURCZYK (1926, 1927) und von v. UBISCH (1926) überein. Wie v. UBISCH habe ich auch mehrfach beobachtet, daß, wenn ein einzelner

Arm bis zur Basis oder nahezu bis zur Basis abgetrennt worden war, die verbliebenen für einige Zeit die 5-strahlig-symmetrische Haltung aufgaben und sich in der Haltung einer 4-strahligen Symmetrie zu nähern suchten. — An den verletzten Stellen konnte ich auch meist ein ausgetretenes Plasmatröpfchen gleich nach dem ersten Strecken erkennen. Während der ersten Minuten schlugen die Zirren eines verletzten Armes recht häufig. Dies ist wohl dadurch bedingt, daß durch das Ausfließen des Plasmatröpfchens die Epidermis nicht mehr voll gespannt ist. Nach etwa 20 min wurde das Plasmatröpfchen wieder eingesogen. Damit hatte die Regeneration begonnen.

Die Regeneration hängt in ihrer Schnelligkeit und Vollständigkeit tatsächlich vom Alter der Tiere ab, wie auch JURCZYK und v. UBISCH berichten, doch spielt wohl auch der Ernährungszustand eine nicht unerhebliche Rolle. Bei jungen Tieren dauerte bei meinen Versuchen die vollständige Wiederherstellung der Fangreue etwa 24 Stunden. Ältere Tiere, sofern sie überhaupt noch regenerieren konnten, benötigten bis zu 72 Stunden und mehr. Eine mehrfache Regeneration des gleichen Armes konnte ich nur bei jungen Tieren beobachten. Daß ausgewachsene Tiere die Fähigkeit zur Regeneration verloren haben (JURCZYK 1927), kann ich nicht bestätigen, da ich nie eine definitive Grenze für das Wachstum bei *Steph.* feststellen konnte. Die Reife stellt offensichtlich nicht eine solche Grenze dar. Die Größe der Tiere andererseits kann zwar einen Anhalt für das Alter geben, ist aber dafür auch kein sicheres Maß. — Doppelbildungen, wie sie JURCZYK und v. UBISCH erzeugen konnten, habe ich nicht beobachtet.

2. Untersuchungen an *Floscularia ringens* (Linne 1758)

Angeregt durch die Beobachtungen und Bemerkungen von JURCZYK (1927), machte ich mich daran, *Flosc. ring.* in dieser Hinsicht zu untersuchen. JURCZYK schreibt: „Es wäre interessant, zum Vergleich auch bei anderen Rotatorien mit geeignetem Räderapparat Teile desselben zu entfernen. Ich machte derartige Versuche an einigen Formen, jedoch ohne Erfolg.“ Sie untersuchte *Coll. camp.* (von ihr als „*Floscularia campanulata*“ bezeichnet), die sie als „sehr reizbar und empfindlich“ bezeichnet, ferner *Beauch. cruc.* („*Cephalosiphon limnias*“), an der sie den Dorsaltaster amputierte und letztlich *Flosc. ring.* („*Melicerta ringens*“). Spätere Untersuchungen dazu fehlen. Für *Flosc. ring.* gibt sie an, daß sie „etwas geeigneter“ für diese Versuche sei, „da sie nicht so empfindlich ist.“ Als Nachteil betrachtete sie jedoch das undurchsichtige Gehäuse, das die Beobachtung erschwert. Sie hat dann Tiere operiert, konnte „in den nächsten Tagen jedoch keinen Beginn einer Neubildung beobachten“. „Die Tiere gingen leider sehr bald ein.“ „Auf Totalpräparaten“, schreibt sie, „hat es den Anschein, als ob die Kronenlappen von *Melicerta ringens* Kerne enthielten, so daß man beim Schneiden meist einige von ihnen entfernt. Das würde gegen

ihre Fähigkeit, zu regenerieren, sprechen.“ HLAVA (1908) hat in seiner Arbeit schon diese Kerne in einer schönen Zeichnung der Krone abgebildet und richtig in der Lage angegeben. Leider geht er aber im Text auf diesen Befund nicht ein. Die Zeichnung wurde in späteren Arbeiten oft kopiert. Abb. 20 zeigt eine Reproduktion aus REMANE (1929). Die Abb. 21 zeigt

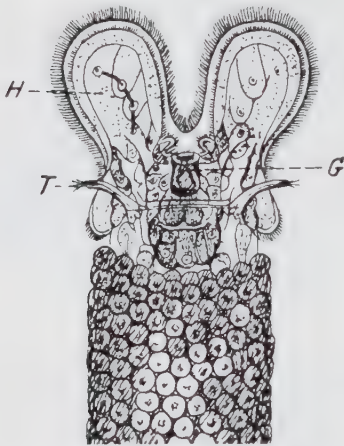


Abb. 20. *Floscularia ringens*. Aus REMANE (1929) nach HLAVA (1908). Die Kerne wurden von mir durch eine schwarze Linie verbunden.

eine Aufnahme der Krone im Phasenkontrastmikroskop unter zusätzlicher Ausnutzung eines schwachen Azimut-Effekts. Diese technische Möglichkeit hatte JURCZYK noch nicht, da ja das Phasenkontrastmikroskop erst 1936 erstmals von Zeiss gebaut wurde. Der Vergleich von Aufnahme und Zeichnung zeigt, wie gut HLAVA die Lage der Kerne angegeben hat. JURCZYK gibt leider nicht an, wie oft sie Operationen an *Flosc. ring.* vornahm, und auch keinerlei Einzelheiten über ihre Technik. Schon die Wohnröhre scheint ihr das Objekt etwas verleidet zu haben. Das Auffinden von Kernen in den Kronenlappen aber mußte ihr, da sie ja die Herausgabe der Arbeiten von MARTINI und NACHTWEY unmittelbar erlebte, schnell den Mut genommen haben, diese Untersuchungen fortzusetzen.

Im ersten Augenblick war ich durch JURCZYKS Hinweis auf Kerne in den Kronenlappen auch der Meinung, daß die Fähigkeit der Regeneration ausgeschlossen werden mußte. Welche Möglichkeit hätte dann aber diese Art im Gewässer zu überleben? Als sessiler Organismus kann *Flosc. ring.* ihren Feinden nicht ausweichen, Abwehrwaffen besitzt sie nicht, die Zeit der Reifung ist im Vergleich zu anderen Rotatorien lang und die Anzahl der Nachkommen gering. Die höhere Berührungsempfindlichkeit und das schnelle Fliehen in die Wohnröhre nützt oft nichts mehr. So habe ich in den Jahren meiner Beobachtungen wenigstens dreimal verstümmelte Individuen in meinen Aufzeichnungen vermerkt. In allen drei Fällen war einer der großen Loben mehr oder weniger verletzt worden, ohne daß die Tiere

daran zu Grunde gegangen wären. JURCZYK würde einwenden, daß dies sicher nur begrenzte Verletzungen waren, bei denen wohl kaum ein Zellkern entfernt wurde, und ich könnte dies für diese Fälle auch nicht mit Sicherheit ausschließen. Anders liegen aber offensichtlich die Verhältnisse bei meinen Versuchen.

Betrachten wir zuerst noch einmal die Abb. 20 und 21. Wir sehen, daß die zwei distalen Zellkerne ziemlich weit vom proximalen Teil des Lobus entfernt sind. Auch Abb. 23 zeigt uns dies noch für den rechten Lobus deutlich. Ich habe nun an einigen Dutzend Floscularien versucht, einen dieser großen dorsalen Loben teilweise oder ganz abzutrennen. Dies ist ungleich schwieriger als die Amputation eines Fangarmes bei *Steph. fimb.* Die Tiere sind empfindlicher und reagieren schneller. Ein mehrfacher Versuch, einen Lobus zu verletzen, „verärgert“ das Individuum oft so, daß es für längere Zeit, manchmal über eine Stunde, sich in seine Wohnröhre zurückzieht. Während dieser Zeit erheben sich höchstens die Hörnchen etwas über den Rand des Gehäuses, doch ein Entfalten der Krone erfolgt nicht. Ferner scheint *Floscularia* aus mehreren vergeblichen Versuchen meinerseits oft „gelernt“ zu haben. Die Empfindlichkeit schien wenigstens mit jedem fehlgeschlagenen Versuch zuzunehmen. Oft war sie letztlich so hoch, daß die geringen Druckwellen, die von der das Oberflächenhäutchen des Wassers durchstoßenden Pinzette verursacht wurden, ausreichten, um das Tier zu sofortiger Flucht zu veranlassen. Der Versuch einer teilweisen Narkotisierung wurde nach anfänglichen Versuchen fallengelassen, weil sich die Tiere daraufhin zusammenzogen und nicht mehr entfalteten, aber auch aus den schon oben genannten Gründen. Im Laufe der Zeit habe ich folglich nach drei oder vier vergeblichen Versuchen ein neues Individuum genommen. So konnten oft in mehreren Stunden angespannter Arbeit nur wenige Tiere verletzt werden. Diese Schwierigkeiten bedingten auch, daß eine bewußte Dosierung der Verletzung unmöglich war.

Nach einer Verletzung floh das Tier jeweils blitzartig in seine Wohnröhre. Anfangs folgten nun eine Zeit lang heftige, kurze Kontraktionen des Tieres in der Röhre, die bei starker Durchlichtbeleuchtung durch die Gehäusewand hindurch ohne weiteres erkennbar waren. Dann folgte meist eine lange Zeit, in der kaum eine Bewegung festgestellt werden konnte. — Nach den Operationen ging der überwiegende Teil der Tiere bald ein. Dies ist gut verständlich. Die Verletzungen waren einfach zu groß. Bei dem hohen Grad der Differenzierung der Tiere kann nicht erwartet werden, daß eine Verletzung, die vielleicht mehrere Organe in Mitleidenschaft gezogen hat, noch ertragen werden kann. Dies scheint mir auch die Fehlerquelle für die Versuche von JURCZYK zu sein. Ich ging daher dazu über, immer gleich mehrere Tiere zu verletzen und sie dann getrennt in Zuchtschälchen zu geben. Erst am nächsten Tag kontrollierte ich dann die Tiere wieder. Oft

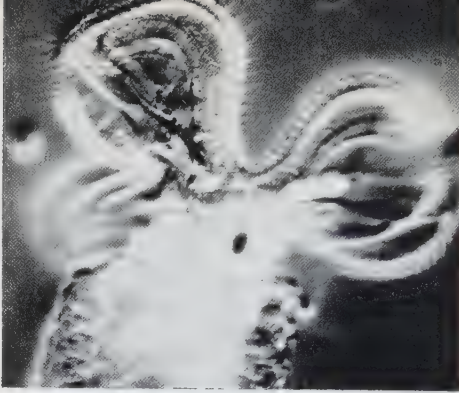


Abb. 21. *Floscularia ringens*.
Die Kerne im linken Lobus
wurden mit einer Linie ver-
bunden, ohne diese zu über-
decken. Ihre Reihenfolge ent-
spricht der in Abb. 24.



Abb. 22. *Floscularia ringens*,
5 Stunden nach der Operation.

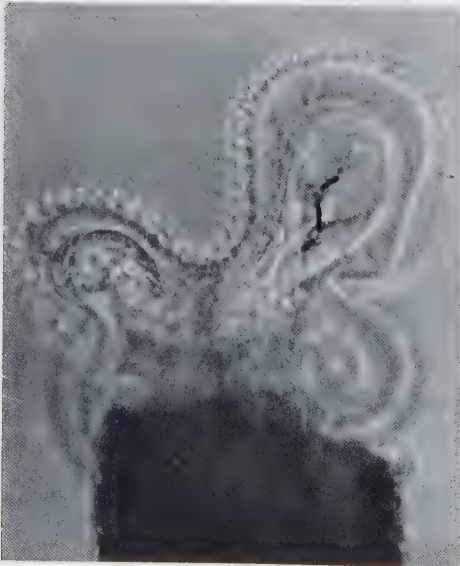


Abb. 23. *Floscularia ringens*,
40 Stunden nach der Operation.

hatte keines den Eingriff überlebt, aber im Laufe der Zeit fand sich doch eine ganze Reihe, die nicht gestorben war. Bei den meisten davon war 16 bis 18 Stunden nach der Operation der Zilienkranz um den verletzten Lobus schon wieder voll geschlossen. Abb. 22, 23 zeigen verschiedene Stadien der Regeneration eines Lobus des selben Tieres (Abb. 22 etwa 5 Stunden, Abb. 23 ca. 40 Stunden nach der Operation). Wir sehen an der letzten Aufnahme, daß der Lobus deutlich gewachsen ist und auch wieder die Differenzierungen zeigt. Während der gesamten Zeit der Regeneration verhielt sich das Tier genauso wie ein unverletztes. Es strudelte wie gewohnt Nahrung herbei und baute auch an seiner Wohnröhre weiter. — Leider kann ich bisher nur indirekt, durch den Erfolg der Regeneration, nachweisen, daß offensichtlich Zellteilungen stattgefunden haben. Das jeweils zu geringe Material hat bei den Prozeduren der Färbeverfahren bisher nicht gereicht, um ein einigermaßen unbeschädigtes, brauchbares Präparat zu erhalten, doch glaube ich, daß wir auf Grund der Abbildungen vom lebenden Tier dies annehmen müssen. Welche Erklärungen würden sich sonst dafür anbieten? Daß durch die Verletzung plötzlich die benachbarten Kerne pluripotent würden oder es schon von vornherein waren, kann man, glaube ich, bei dem hohen Grad der Differenzierung ausschließen. Ein Einwandern von Amöbozyten irgendwelcher Art hätte zur Voraussetzung, daß solche überhaupt vorhanden sind. Wie die Regeneration mit bisherigen Kenntnissen jedoch vereinbart werden kann, soll erst weiter unten erörtert werden.

Zunächst möchte ich noch andere Untersuchungen nennen. Die Regenerationsfähigkeit scheint nämlich bei sessilen Rotatorien gar nicht so außergewöhnlich zu sein, wenn auch bisherige Veröffentlichungen darüber kaum später erwähnt wurden, abgesehen von den obigen. Dieser Vorwurf muß besonders gegenüber dem Werk "Principles of Regeneration" (Goss 1969) erhoben werden, in dem nicht einmal jene erwähnt werden.

So schreibt HÜNERHOFF (1931) in seiner Arbeit „Über ein bisher unbekanntes Larvenorgan und die Regeneration bei dem Rädertier *Apsilus vorax*.“, daß er sich „auf Veranlassung“ von v. UBISCH längere Zeit mit dem Organismus beschäftigt habe. Neben anderem berichtet er auch über Regenerationsversuche. Die Arbeiten von JURCZYK und von v. UBISCH waren ihm bekannt. Er schreibt: „*Apsilus* erschien als Versuchsobjekt für derartige Experimente insofern günstig, als durch Abschneiden der Fangmaske die Leibeshöhle nicht beschädigt und geöffnet werden braucht, wodurch bekanntlich Infektion und baldiger Tod eintritt.“ Er ließ vor Operationen *Apsilus* hungern und setzte so die Reizschwelle des Tieres herab. Dann berichtet er: „Bei einiger Übung kann man dann mit einer Stahl- oder Glasnadel Stücke der Fangmaske abschneiden oder herausreißen. Die so behandelten Tiere ziehen zwar augenblicklich die Fangmaske ein, so daß es mit der Beobachtung der Wunde einstweilen aus ist, strecken aber nach Verlauf von ungefähr 6 Stunden den Fangapparat wieder aus, ...“. Für eine solche Verletzung gibt er auch Zeichnungen. Dann beschreibt er Zwischenstufen der Regeneration und endlich: „In Abb. 5, die

den Mundtrichter desselben Tieres am dritten Tag nach der Operation zeigt, ist die Regeneration der Muskelfibrille vollzogen, die Falten sind geschwunden und die ehemalige Wunde ist nur noch durch eine kleine Eindellung des Mundtrichters zu erkennen.“ HÜNERHOFF hat mehrere hundert Tiere operiert und „dabei ähnliche Resultate“ erhalten. Er berichtet weiter: „Die Feststellung der Regeneration gewinnt an theoretischem Interesse dadurch, daß selbst dann Regeneration eintritt, wenn aus der Fangmaske Teile mit Kernen herausgetrennt werden.“ Zur Frage von Kernteilungen schreibt er, daß er dies noch nicht klären konnte. Später konnte er anscheinend seine Untersuchungen nicht mehr fortsetzen, jedenfalls fehlen, soweit mir bekannt, weitere Veröffentlichungen von ihm.

1963 berichtet WRIGHT in einer kleinen Arbeit unter anderem folgendes: Er fand eine *Ptygura pilula*, der die Kronenscheibe völlig fehlte. Doch die Kiefer waren aktiv und der Magen gefüllt. Er glaubt an eine Verletzung kurz bevor er das Tier gesehen hat. Dies muß man wohl einräumen. Ein anderer Fall ist aber umso interessanter. WRIGHT fand eine *Ptygura pilula* „with only half of its corona on the rotifer's left side“. Nachdem er noch Einzelheiten angegeben hat, schreibt WRIGHT abschließend: „If this were the result of damage, the condition of the coronal remnant and the fundamental change, in the cingulum would seem to represent a case of partial regeneration.“ WRIGHT drückt sich sehr vorsichtig aus, aber ich glaube, wir dürfen auch in diesem Fall nicht unbegründet vermuten, daß dieses Tier in Regeneration begriffen war.

Auf Grund der Ergebnisse meiner Versuche an *Flosc. ring.* glaube ich nun unter Berücksichtigung der zitierten Arbeiten von HÜNERHOFF und WRIGHT folgende Hypothese aufstellen zu dürfen:

Die Tatsache einer Regenerationsfähigkeit der großen Loben bei *Flosc. ring.* ist durch Versuche bewiesen. Daß bei den Verletzungen Zellkerne entfernt wurden, steht außer Zweifel. Daß die Funktion dieser Zellkerne durch benachbarte übernommen wurde, ist ebenso unwahrscheinlich, wie der Ersatz dieser Kerne durch zu postulierende Wanderzellen. Ich halte folglich Kernteilungen nach Verletzungen bei *Flosc. ring.* für höchstwahrscheinlich. Die der Wunde zunächst liegenden Kerne werden wohl durch einen Wundreiz zur Mitose neuerlich angeregt. Die Theorie der Zellkonstanz ist damit in diesem Falle durchbrochen, insofern ein absolutes Unvermögen mitotischer Zellteilung darunter verstanden wird. Die Zellkonstanz muß man nun wohl eher als eine durch den Bau des Tieres und sein Alter bedingte physiologische Grenze, denn als eine absolute, auffassen.

Wenn wir frühere Autoren vergleichen, so stellen wir fest, daß sich die meisten auch eigentlich nie so ganz auf eine absolute Zellkonstanz oder eine damit verbundene Unfähigkeit zur Regeneration festgelegt haben, wenn sie ihnen auch sehr wahrscheinlich erschien. So schrieb z. B. schon MARTINI (1923): „Zellkonstante Organe regenerieren anscheinend in Wirklichkeit nicht, obgleich eine theoretische Notwendigkeit dieses Verhaltens nicht eingesehen werden kann.“ 1931 zitiert er diesen Satz nochmals in seiner Arbeit „Zur Methamorphose und Regeneration zellkonstanter Tiere“ und läßt die Bemerkung vorausgehen: „Entsprechend der DRIESCHSchen

Nomenklatur habe ich 1923 unter Regeneration den Ersatz verlorengegangener Zellen im Auge gehabt, als ich schrieb: ...“ Und er fährt fort: „Diesen Standpunkt vertrete ich noch heute.“ MARTINI darf wohl mit seiner Arbeit: „Studien über die Konstanz histologischer Elemente. III. *Hydatina senta*.“ als Vater der Lehre von der Zellkonstanz bei Rotatorien betrachtet werden. Er fand für den Körper von *Hydatina senta*, der heutigen *Epiphanes senta*, 959 Zellen. Seiner aber doch strengen Auffassung der Kernkonstanz ist inzwischen widersprochen worden. So berichtet SHULL (1917) über Abweichungen der Kernzahlen beim Dotterstock (bis zu 4 %) und bei den Magendrüsen (bis zu 7,5 %) von *Epiphanes senta*. Ebenso fand SUDZUKI (1958) bei *Asplanchna priodonta* und *Asplanchna sieboldi urawaensis* eine nicht unbedeutende Streuung der Kernzahl für den Dotterstock. Dies stimmt mit eigenen Beobachtungen an *Asplanchna brightwelli* überein.

Wenn wir auf Grund des Gesagten die Zellkonstanz nicht auf die Art, sondern auf das Individuum nach seiner Geburt beziehen und sie als eine physiologische Grenze betrachten, die eine Regeneration im eigentlichen Sinne nicht ausschließt, dann stimme ich dieser Festlegung zu.

C. Zusammenfassung

Aus 21 Teichen und 2 Altwässern Mittelfrankens, Oberfrankens und Oberbayerns wurden Wasserpflanzen entnommen und auf sessile, gehäusebauende Rotatorien untersucht. Messungen des pH-Wertes, des Säurebindungsvermögens, der Temperatur und der Tiefe der Gewässer wurden durchgeführt. Es ergab sich: Pflanzen mit feingegliederten Blättern sind bevorzugte Substrate. Unter ihnen zeigt *Utricularia* die höchsten Artenzahlen, *Myriophyllum* die höchste Individuendichte. Für 3 Arten wurde eine Platzbevorzugung auf dem Substrat beobachtet. — *Floscularia ringens*, *Ptygura crystallina* und *Collotheca ornata cornuta* sind weit verbreitet. *Floscularia ringens*, *Limnias ceratophylli* und *Collotheca ornata cornuta* siedeln am dichtesten. — Bevorzugt wird neutrales oder schwach alkalisches Wasser. Abgesehen von *Ptygura pilula*, die saure Gewässer zu bevorzugen scheint, gibt es für die weiteren 16 Arten keinen Hinweis auf eine Begrenzung durch den pH-Wert. Eine größere Toleranz gegenüber einem höheren Bicarbonatgehalt ist im Gegensatz zu EDMONDSON (1944) für 8 Arten nachgewiesen. Starke Resistenz gegen ungünstige Umweltbedingungen zeigten *Floscularia ringens*, *Ptygura crystallina*, *Stephanoceros fimbriatus* und *Collotheca ornata cornuta*. — Zwischenartliche Koloniebildungen wurden festgestellt. — *Limnias ceratophylli socialis* (LEIDY) ist als Unterart zu streichen. *Cephalosiphon candidus* (HUDSON) ist identisch mit *Beauchampia crucigera*. Die Artbeschreibung für *Floscularia conifera* ist zu ergänzen. — Die Untersuchungen über den Gehäusebau ergaben unter anderem für *Floscularia ringens* eine Beziehung zwischen vorhandener Detritusmenge und der Gehäuseform. — Für *Floscularia ringens* und *Limnias ceratophylli* wurde eine Zucht-methode gefunden. — Für 5 Arten wurden z. T. erhebliche Korrekturen der bisherigen Größenangaben nötig. — Versuche zur Regenerationsfähigkeit verliefen bei *Stephanoceros fimbriatus* und *Floscularia ringens* erfolgreich. Unter Einbeziehung von Literaturhinweisen über mögliche Regeneration bei anderen Arten

wird der Versuch der Eingliederung der Ergebnisse in einen erweiterten Begriff der Zellkonstanz unternommen.

Summary

Aquatic plants were collected from 21 ponds and 2 backwaters in the north and the south of Bavaria and inspected for sessile, tube-building Rotatoria. Values of pH, bicarbonate content, temperature and depth of the waters were determined. The results are: Plants with finely divided leaves are the preferred substrate. *Utricularia* shows the highest number of species, *Myriophyllum* the highest density of individuals. *Floscularia ringens*, *Ptygura crystallina*, *Collotheca ornata cornuta* are most common. *Floscularia ringens*, *Limnias ceratophylli* and *Collotheca ornata cornuta* settle most densely. All species studied prefer neutral water or water of low alkalinity. Except *Ptygura pilula*, which seems to prefer low pH, there is no indication of limitation by pH for the other 16 species. In contrast to the findings of EDMONDSON (1944) a larger toleration against higher bicarbonate was ascertained for 8 species. Preferred places on the substrate were observed for 3 species. Strong resistance against unfavorable environmental conditions was observed with *Floscularia ringens*, *Ptygura crystallina*, *Stephanoceros fimbriatus* and *Collotheca ornata cornuta*. Mixed colonies of different species were found. *Limnias ceratophylli socialis* (LEIDY) has to be annulled as subspecies. *Cephalosiphon candidus* (HUDSON) is identical with *Beauchampia crucigera*. The description of *Floscularia conifera* has to be completed. Studies of the process of tube-building show, among other things, a correlation between the available quantity of detritus in the pond and the shape of the tube of *Floscularia ringens*. A method of breeding the species and *Limnias ceratophylli* is given. For 5 species it was necessary to revise previous statements about size. Experiments on the ability to regenerate were successful with *Stephanoceros fimbriatus* and *Floscularia ringens*. Including further notices in the literature regarding about regeneration of other species the attempt is made to classify the results in an extended notion of cellconstancy.

D. Literatur

- BEAUCHAMP, P. DE (1909): Recherches sur les Rotiferes. — Arch. Zool. Ser. 4 10: 1—410.
- BUCHNER, H. (1941): Experimentelle Untersuchungen über den Generationswechsel der Rädertiere II. — Zool. Jb. (Physiol.) 60: 279—344.
- COLLIN, A., DIEFENBACH, H., SACHSE, R. & VOIGT, M. (1912): Rotatoria und Gastrotricha, in BRAUER: Süßwasserfauna Deutschlands, Jena.
- EDMONDSON, W. T. (1936): Fixation of sessile Rotatoria. — Science, New Series 84: 444.
- (1940): The sessile Rotatoria of Wisconsin. — Trans. Amer. micr. Soc. 59: 433—459.
- (1944): Ecological studies of sessile Rotatoria, Part I, Factors affecting Distribution. — Ecol. Monogr. 14: 33—65.
- (1945): Ecological studies of sessile Rotatoria, Part II, Dynamics of Populations and social Structures. — Ecol. Monogr. 15: 142—172.
- ENGELHARDT, W. (1959): Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? — Stuttgart.
- Goss, J. R. (1969): Principles of Regenerations. — New York.

- GRUBER, A. (1883): Über die Baukunst der *Melicerta ringens*. — Zool. Anz. **5**: 80—83.
- HÜNERHOFF, E. (1931): Über ein unbekanntes Larvenorgan und die Regeneration bei dem Rädertier *Apsilus vorax*. — Zool. Anz. **92**: 327—332.
- HLAVA, ST. (1908): Nr. 2: Die Rädertiere Böhmens (Melicertidae). — Arch. f. d. naturwiss. Landesdurchforschung v. Böhmen **13**: Prag.
- HUSTEDT, F. (1965): Kieselalgen (Diatomeen), Einführung in die Kleinlebewelt. — Stuttgart.
- JAKOB, R. (1962): Die planktischen Rädertiere der Gewässer um Erlangen. — Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Erlangen.
- JURCZYK, CHARLOTTE (1926): Zur Regeneration bei *Stephanoceros*. — Zool. Anz. **67**: 333—336.
- (1927): Beiträge zur Morphologie, Biologie und Regeneration von *Stephanoceros fimbriatus* GOLDFUSS. — Z. w. Z. **129**: 103—152.
- LÖFFLATH, K. (1960): Das Rädertierchen *Limnias ceratophylli*. — Mikrokosmos: **152**—153.
- LUCKS, R. (1929): Rotatoria. — Biologie der Tiere Deutschlands. **28** (10).
- MARTINI, E. (1910): Studien über die Konstanz histologischer Elemente III. *Hydatina senta*. — Z. w. Z. **102**: 425—645.
- (1923): Die Zellkonstanz und ihre Beziehungen zu anderen zoologischen Vorwürfen. — Z. Anat. u. Entwicklungsgesch. **70**.
- (1931): Zur Metamorphose und Regeneration zellkonstanter Tiere. — Zool. Anz. **96**: 143—152.
- MAUCHA, R. (1932): Hydrochemische Methoden in der Limnologie. — Die Binnengewässer. **12**: Stuttgart.
- NAUMANN, E. (1927): Die Definition des Teichbegriffs. — Arch. Hydrobiol. **18**: 201 bis 206.
- REMANE, A. (1929/1933): Rotatorien. — BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs **1**.
- RUDESCU, L. (1960): Fauna Republicii Populare Romîne, **2**. — Ed. Acad. R. P. R.
- RUPPEL, H.-G. (1962): Untersuchungen über die Zusammensetzung von *Chlorella* bei Synchronisation im Licht-Dunkel-Wechsel. — Flora **152**: 113—138.
- RUTTNER-KOLISKO, A. (1954): *Beauchampia (Cephalosiphon) crucigera*, ein vor langer Zeit entdecktes, aber wenig bekanntes Rädertier. — Mikrokosmos **43**: 551—617.
- RUTHMANN, A. (1966): Methoden der Zellforschung. — Stuttgart.
- SCHERZER, C. (1962): Franken. — Nürnberg.
- SCHULTE, H. (1954): Beiträge zur Ökologie und Systematik der Erdrotatorien. — Zool. Jb. (Systematik) **82**: 551—617.
- SHULL, A. F.: 1918 Cell inconstancy in *Hydatina senta*. — J. Morphol. **30**: 455—464.
- SUDZUKI, M. (1958): Über die Stabilität der Zahl der Dotterstockkerne und ihre Anwendung auf die Rotatoriensystematik I. Gattung *Asplanchna*. — Zool. Mag. **67**: 277—285, Tokyo.
- THIENEMANN, A. (1926): Die Binnengewässer Mitteleuropas **1**: 1—225, Stuttgart.
- UBISCH, L. v. (1926): Beobachtungen über Bau, Funktion, Entwicklung und Regeneration der Reuse des Weibchens von *Stephanoceros Eichhorni*. — Z. w. Z. **127**: 590—607.
- VOIGT, M. (1957): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. — Berlin-Nikolassee.

- WRIGHT, H. G. S. (1950): A contribution to the study of *Floscularia ringens*. — J. Queckett micr. Cl. **3**: 103—116.
- (1952): Ciliation of *Stephanoceros fimbriatus* GOLDFUSS. — J. Queckett micr. Cl. **4**: 361—366.
- (1960): Über den Beutefang bei Rädertieren der Gattung *Collotheca*. — Mikrokosmos **49**: 228—232.
- (1963): Some Observations on the Rotifer *Ptygura pilula*. — J. Queckett micr. Cl. **29**: 118—120.
- WULFERT, K. (1939): Beiträge zur Kenntnis der Rädertierfauna Deutschlands, Teil IV. — Arch. Hydrobiol. **35**: 563—624.
- (1956): Die Rädertiere des Teufelssees bei Friedrichshagen. — Arch. Hydrobiol. **51**: 457—495.
- (1968): Ein Haus aus lauter Kugeln. — Mikrokosmos **57**: 147—152.
- Topogr. Karte v. Bayern 1:25 000, 6331 Röttenbach, Bayer. Landesvermessungsamt, München 1956.
- Topogr. Karte v. Bayern 1:50 000, L 8132 Weilheim, Bayer. Landesvermessungsamt, München 1962.
- Topogr. Karte v. Bayern 1:50 000, L 8134 Wolfratshausen, Bayer. Landesvermessungsamt, München 1962.

Anschrift des Verfassers:

Dr. LUDWIG TIEFENBACHER, 8 München 21, Burgkmairstraße 40.